



**UNIVERSIDADE FEDERAL FRONTEIRA SUL
CAMPUS DE LARANJEIRAS DO SUL
MESTRADO EM AGROECOLOGIA E DESENVOLVIMENTO RURAL
SUSTENTÁVEL**

RODRIGO RUTHS

**PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DE *Selenicereus setaceus* E A INFLUÊNCIA DA
TEMPERATURA E LUMINOSIDADE NA GERMINAÇÃO DAS ESPÉCIES
Selenicereus setaceus, *Hylocereus undatus* e *Hylocereus polyrhizus***

**LARANJEIRAS DO SUL
2016**

RODRIGO RUTHS

**PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DE *Selenicereus setaceus* E A INFLUÊNCIA DA
TEMPERATURA E LUMINOSIDADE NA GERMINAÇÃO DAS ESPÉCIES:
Selenicereus setaceus, *Hylocereus undatus* e *Hylocereus polyrhisus***

Dissertação de mestrado, apresentada para o programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável da UFFS – Universidade Federal da Fronteira Sul, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável.

Orientador: Prof Dr Lisandro Tomas da Silva Bonome.

LARANJEIRAS DO SUL

2016

DGI/DGCI - Divisão de Gestão de Conhecimento e Inovação

Ruths, Rodrigo

PROPAGACÃO VEGETATIVA DE *Selenicereus setaceus* E A :
INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA E LUMINOSIDADE NA GERMINAÇÃO
DAS ESPÉCIES: *Selenicereus setaceus*, *Hylocereus undatus*
E *Hylocereus polyrhizus* / Rodrigo Ruths. -- 2016.
68 f.

Orientador: Dr. Lisandro Tomas da Silva Bonome.
Trabalho de conclusão de curso (graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de
Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável
(PPGADR), Laranjeiras do Sul, PR, 2016.

1. Pitaia. 2. Produção de mudas . 3. Reguladores de
crescimento. 4. Biofertilizante. 5. Segmentos de
cladódio. I. Bonome, Dr. Lisandro Tomas da Silva,
orient. II. Universidade Federal da Fronteira Sul. III.
Título.

RODRIGO RUTHS

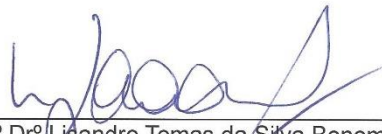
TÍTULO: "Propagação vegetativa de *Selenicereus setaceus* e a influência da temperatura e luminosidade na germinação das espécies: *Selenicereus setaceus*, *Hylocereus undatus* e *Hylocereus polyrhilus*".

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável – PPGADR da Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS. Para obtenção do título de Mestre em Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável, defendido em banca examinadora em 06/09/2016

Orientador (a): Profº Drº. Lisandro Tomas da Silva Bonome

Aprovado em: 06 / 09 / 2016

BANCA EXAMINADORA



Profº Drº Lisandro Tomas da Silva Bonome(UFFS)



Profº Drº Gilmar Franzener(UFFS)



Profª. Drª Claudia Simone Madruga Lima(UFFS/Membro Externo)

Laranjeiras do Sul/PR, setembro de 2016

Dedico a minha família e ao meu orientador
Professor Dr. Lisandro Tomas da Silva Bonome,
pois sem eles esse trabalho não teria se
concretizado.

AGRADECIMENTOS

Deus, primeiramente, por ter me acompanhado por toda minha vida.

A minha esposa Izabela, por ter me dado todo o apoio necessário para sempre prosseguir, pelo seu carinho, amor, companheirismo, compreensão e incentivo a todos os momentos em que precisei.

A minhas filhas Sophia e Bianca, por serem tão especiais e preciosas, pela paciência da ausência do papai em muitos momentos, por encherem a minha vida de alegria ao decorrer dos dias, por serem o principal combustível de incentivo e ânimo nos momentos mais difíceis.

Aos meus pais Frido e Iracema, pelos ensinamentos e forma de educação que deles eu trago, além de todo apoio e incentivo em todos momentos em que precisei.

Aos meus irmãos Sueli, Gilmar e Zeno, minhas cunhadas Jeane e Milene, meus sobrinhos Flavia, Fernanda, Guilherme, Caroline, Marina e minha tia Iolanda, por sempre estarem presentes na minha jornada, onde sempre dispostos a ajudar, animar, orientar em qualquer momento onde precisei.

Aos meu sogro e minha sogra Gilmar e Rita, meu amigo Eduardo, minha cunhada Fabiola e ao meu amigo Sales e a seus filhos Joaquim e Luiz Miguel, por serem meus amigos que estiveram presentes nos momentos bons e naqueles em que ajuda precisei.

Ao meu orientador professor Dr. Lisandro Tomas da Silva Bonome, que me ajudou passando repassando conhecimentos, orientações, incentivos, e experiência ao longo do trabalho, e pela amizade obtida.

À Universidade Federal Fronteira Sul – UFFS, representado pelo Programa de Pós graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável (PPGADR), pela oportunidade da realização deste objetivo e através dos conhecimentos repassados pelos docentes, fundamentais para minha formação profissional.

A todos colegas da turma do mestrado, pela ajuda e companheirismo nas aulas e ajudas no desenvolvimento do projeto.

Ao meus amigos Diogo e Yasmim por toda ajuda e companheirismo.

Aos acadêmicos que ajudaram no laboratório e casa de vegetação: Marivaldo, Renan, Edison, Jeferson e Jaqueline.

RESUMO

A fruticultura representa grande potencial de diversificação em ecossistemas agroecológicos e a pitaia é uma fruta com ótimo potencial produtivo, nutritivo, econômico e social para agricultura familiar, sendo uma cultura ainda pouco conhecida e com poucas informações. O objetivo neste trabalho foi obter informações sobre a influência da temperatura e luminosidade na germinação de sementes de três espécies de pitaia: *Selenicereus setaceus* (pitaia-do-cerrado), *Hylocereus undatus* (casca vermelha e poupa branca) e *Hylocereus polyrhizus* (casca vermelha rosada e polpa vermelha); e quais os melhores segmentos de cladódios e tratamentos para formação de mudas da espécie *S. setaceus*. Para a avaliação da qualidade fisiológica das sementes foram realizadas as seguintes avaliações: grau de umidade, porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação e tempo para ocorrência de 50% de germinação. Para a propagação vegetativa, o experimento foi instalado em esquema fatorial 5x4x7, 5 tratamentos: um biofertilizante (fish fértil – Classic), três reguladores vegetais, auxina (AIA: 500 ppm), giberelina (GA3: 100 ppm), citocinina (BAP: 200 ppm) e testemunha. Quatro frações de cladódios: segmento apical (10 cm), segmento mediano (10 cm), segmento basal (10 cm) e cladódio inteiro (40 cm) e sete períodos de avaliação, 0, 20, 39, 64, 91, 116 e 143 dias após o plantio. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado com três repetições e as parcelas foram compostas por cinco cladódios. Os seguintes parâmetros foram avaliados: número de brotações, comprimento de brotações (cm); largura dos cladódios (cm); comprimento de raiz (cm), massa seca de raiz (g) e percentual de cladódios enraizados. Pelos resultados obtidos conclui-se que: Independentemente da espécie, a temperatura para melhor desempenho fisiológico das sementes de pitaia é 25°C, seguido de 30°C. Por outro lado, a temperatura desfavorável é de 35°C. A espécie *Selenicereus setaceus* apresenta maior porcentagem de germinação e vigor em todas as temperaturas avaliadas. Todas as espécies avaliadas são fotoblásticas positivas. Os cladódios tratados com auxina apresentam maiores médias de comprimento de raiz e matéria seca, enquanto que, aqueles tratados com biofertilizantes menores. A massa seca de raiz de cladódios inteiros é superior ao observado para cladódios de 10 cm. A partir de 39 dias após a implantação do experimento, os tratamentos com cladódio inteiro e região basal apresentam maiores médias de número de brotações em comparação as regiões mediana e apical. Os tratamentos com auxina e citocinina promovem maior número de brotações nos cladódios. O maior comprimento das brotações é observado para o tratamento com cladódios inteiros.

Palavras-Chave: Pitaia. Produção de mudas. Reguladores de crescimento. Biofertilizante. Segmentos de cladódio.

ABSTRACT

The fruit is great potential for diversification into agro-ecological ecosystems and pitaya is a fruit with great productive potential, nutritional, economic and social to family farming, and even little-known culture and with little information. The objective of this study was to obtain information about the influence of temperature and light on germination of three species of dragon fruit: *Selenicereus setaceus* (pitaya-do-cerrado), *Hylocereus undatus* (red skin and white flesh) and *Hylocereus polyrhizus* (pinkish red bark and red pulp); and what the best segments of cladodes and treatments for seedling production of the species *S. setaceus*. For the evaluation of the physiological quality of seeds were carried out the following evaluations: moisture content, germination percentage, germination speed index and time to occurrence of 50% germination. For vegetative propagation, the experiment was conducted in a factorial 5x4x7, 5 treatments: one biofertilizers (fertile fish - Classic), three plant growth regulators, auxin (IAA: 500 ppm), gibberellic acid (GA 3: 100 ppm), cytokinin (BAP: 200 ppm) and witness. Four fractions cladodes apical segment (10 cm), medium segment (10 cm), basal segment (10 cm) and full cladodes (40 cm), and seven periods of evaluation, 0, 20, 39, 64, 91, 116 and 143 days after planting. We used a completely randomized design with three replications and plots were composed of five cladodes. The following parameters were evaluated: number of shoots, length of shoots (cm); cladodes width (cm); root length (cm), root dry weight (g) and percentage of rooted cladodes. From the results obtained it is concluded that: Regardless of species, the temperature for best physiological performance of dragon fruit seeds is 25° C, followed by 30°C. Moreover, the unfavorable temperature is 35°C. The species *Selenicereus setaceus* has a higher percentage of germination and vigor in all tested temperatures. All assessed species are photoblastic positive. The cladodes treated with auxin have higher average root length and dry weight, while those treated with lower biofertilizers. The dry weight of whole cladodes root is higher than that observed for cladodes 10 cm. From 39 days after the implementation of the experiment, the treatments with whole cladodes and basal region have higher average number of shoots compared the median and apical regions. Treatments with auxin and cytokinin promote more shoots in cladodes. The greatest length of shoots is observed for treatment with whole cladodes.

Keywords: Pitaya. Seedling production. Growth regulators. Biofertilizers. Cladodes segments.

LISTA DE GRÁFICOS

| | |
|---|----|
| Gráfico 1 - Distribuição da porcentagem de germinação de sementes das espécies <i>S.setaceus</i> , <i>H. polyrhizus</i> e <i>H. undatus</i> submetidas a temperatura de 25°C até o 11º dia após a semeadura. | 43 |
| Gráfico 2 - Média do número de brotações em função da região (segmento) do cladódio e do período de dias após o plantio. | 50 |
| Gráfico 3 – Média do número de brotações formadas em função dos tratamentos e do período em dias após a plantio. | 52 |
| Gráfico 4 - Representação gráfica da interação entre tratamento e região (segmento) de cladódios, sobre o número de brotações..... | 53 |
| Gráfico 5 - Média de comprimento das brotações em função da interação entre as regiões de cladódio (segmento) e dos tratamentos..... | 54 |
| Gráfico 6 - Média de comprimento das brotações em função da interação entre as regiões de cladódio (segmento) e dos tratamentos..... | 55 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 - Composição do Biofertilizante..... | 35 |
| Tabela 2 - Porcentagem de germinação de sementes das espécies: <i>S. setaceus</i> , <i>H. polyrhizus</i> e <i>H. undatus</i> em diferentes temperaturas..... | 41 |
| Tabela 3 - Índices de Velocidade de Germinação para as três espécies: <i>S. setaceus</i> , <i>H. polyrhizus</i> e <i>H. undatus</i> em diferentes temperaturas..... | 42 |
| Tabela 4 - Tempo para ocorrência de 50% de germinação de semente das espécies: <i>S. setaceus</i> , <i>H. polyrhizus</i> e <i>H. undatus</i> em diferentes temperaturas..... | 44 |
| Tabela 5 - Porcentagem de germinação de sementes das espécies: <i>S. setaceus</i> , <i>H. polyrhizus</i> e <i>H.undatus</i> em diferentes condições de exposição à radiação. | 45 |
| Tabela 6 - Médias de comprimento e da massa seca das raízes de <i>S. setaceus</i> em função dos cladódios submetidos a cinco diferentes tratamentos..... | 47 |
| Tabela 7 - Médias da massa seca de raiz de <i>S. setaceus</i> em função das regiões (segmentos) de cladódios. | 48 |
| Tabela 8 – Média da largura dos cladódios de <i>S. setaceus</i> medidos a cinco centímetros da base do substrato. | 55 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 – Imagem demonstrativa das diferentes regiões (segmentos) de cladódios | 35 |
| Figura 2 - Amiloplastos em cladódios de <i>S. setaceus</i> . Setas indicam amiloplastos (coloração violeta à preta) contendo amido no parênquima fundamental de cladódios de <i>S. setaceus</i> | 49 |

SUMÁRIO

| | | |
|--------------|--|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 12 |
| 2 | REFERENCIAL TEÓRICO | 15 |
| 2.1 | ASPECTOS GERAIS SOBRE A CULTURA DA PITAIA | 15 |
| 2.2 | IMPORTÂNCIA DA FRUTICULTURA NA AGRICULTURA FAMILIAR | 17 |
| 2.3 | PROPAGAÇÃO SEMINÍFERA E VEGETATIVA | 19 |
| 2.4 | TEMPERATURA | 21 |
| 2.5 | LUMINOSIDADE | 23 |
| 2.6 | BIOFERTILIZANTE | 24 |
| 2.7 | FITORMÔNIOS | 25 |
| 2.7.1 | Giberelinas | 26 |
| 2.7.2 | Citocininas | 27 |
| 2.7.3 | Auxinas | 28 |
| 3 | MATERIAIS E MÉTODOS | 30 |
| 3.1 | EXPERIMENTO I - INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA E DA LUZ NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE DIFERENTES ESPÉCIES DE PITAIA..... | 30 |
| 3.1.1 | Aquisição das sementes..... | 30 |
| 3.1.2 | Ensaio I..... | 30 |
| 3.1.2.1 | Grau de umidade das sementes..... | 31 |
| 3.1.2.2 | Germinação e índice de velocidade de germinação..... | 31 |
| 3.1.2.3 | Determinação do tempo para ocorrência de 50% de germinação (T50): | 32 |
| 3.1.2.4 | Análise estatística..... | 32 |
| 3.1.3 | Ensaio II..... | 33 |
| 3.1.3.1 | Fotoblastia..... | 33 |
| 3.1.3.2 | Análise estatística..... | 33 |
| 3.2 | EXPERIMENTO 2 - INFLUÊNCIA DOS TRATAMENTOS E DA REGIÃO DE CLADÓDIO NA FORMAÇÃO DE MUDAS. | 34 |
| 3.2.1 | Local do experimento | 34 |
| 3.2.2 | Aquisição dos cladódios | 34 |
| 3.2.3 | Dosagens e tratamentos utilizados | 35 |

| | |
|--|---------------|
| 3.2.4 Análises..... | 36 |
| 3.2.4.1 Número de brotações:..... | 36 |
| 3.2.4.2 Comprimento de brotações:..... | 37 |
| 3.2.4.3 Largura dos cladódios:..... | 37 |
| 3.2.4.4 Comprimento do sistema radicular..... | 37 |
| 3.2.4.5 Massa seca da raiz..... | 37 |
| 3.2.4.6 Percentual de cladódios enraizados..... | 38 |
| 3.2.5 Análise estatística | 38 |
| 3.2.6 Preparo de lâminas semipermanentes | 38 |
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 40 |
| 4.1 EXPERIMENTO I - INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA E DA LUZ NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE DIFERENTES ESPÉCIES DE PITAIA..... | 40 |
| 4.1.1 Grau de Umidade..... | 40 |
| 4.1.2 Porcentagem de germinação | 40 |
| 4.1.3 Índice de velocidade de germinação | 42 |
| 4.1.4 Determinação do tempo para ocorrência de 50% de germinação (T50).... | 44 |
| 4.1.5 Teste de fotoblastia..... | 44 |
| 4.2 EXPERIMENTO II - INFLUÊNCIA DOS TRATAMENTOS E DA REGIÃO DE CLADÓDIO NA FORMAÇÃO DE MUDAS. | 46 |
| 4.2.1 Porcentagem de enraizamento de cladódios..... | 46 |
| 4.2.2 Comprimento e massa seca de raiz..... | 46 |
| 4.2.3 Número de brotações..... | 49 |
| 4.2.4 Comprimento de brotações..... | 53 |
| 4.2.5 Largura dos cladódios | 55 |
| 5 CONCLUSÕES | 56 |
| 6 REFERÊNCIAS..... | 57 |

1 INTRODUÇÃO

Atualmente a fruticultura representa um valor expressivo no total da produção agrícola nacional, sendo o terceiro maior produtor mundial, atrás apenas da China e da Índia. Essa atividade possui elevado efeito multiplicador de renda, permitindo a dinamização de economias locais, estagnadas e com poucas alternativas de desenvolvimento. Assim, o plantio de espécies frutíferas tem se tornado uma excelente opção de diversificação para agricultura familiar em pequenas propriedades rurais, assumindo um importante papel socioeconômico, por absorver intensa mão de obra familiar e resultar em alto rendimento econômico por área.

Dentre as espécies de frutíferas com potencial econômico destaca-se a pitiaia, por sua adaptação e rusticidade, apresentando alta produtividade mesmo em condições adversas de ambiente, como déficit hídrico e extremos de temperaturas. No Brasil a pitiaia tem sido considerada uma frutífera exótica, no entanto, são encontradas espécies de pitiaia nativas no Cerrado e matas de transição, principalmente espécies do gênero *Selenicereus* e *Hylocereus*, dentre elas a *S. setaceus*, popularmente conhecida como pitiaia-do-cerrado ou “saborosa” (JUNQUEIRA et al., 2002).

O fruto da pitiaia possui polpa firme e sabor doce e suave, características que proporcionam grande aprovação dos mercados consumidores. Seu consumo é normalmente, realizado *in natura* como refrescos, geleias, doces, iogurtes e sorvetes, sendo utilizado também em medicina caseira, contra gastrites, redutor de níveis de colesterol (DONADIO, 2009).

O cladódio (ramos de caule modificado com presença de clorofila) tem sido utilizado como cicatrizante e a semente como laxante natural (JUNQUEIRA et al., 2002). Além disso, os frutos apresentam alto valor nutricional e atividade antioxidante na polpa e na casca (MELLO, 2014).

O cultivo da pitiaia torna-se uma alternativa de renda para a agricultura familiar, podendo ser implantada em espaços pedregosos, não mecanizáveis, capaz de tolerar extremos de temperatura, solos com baixo nível de fertilidade e grandes períodos de estiagem (NUNES et al., 2014). Embora o custo de implantação não seja baixo, principalmente pelo preço elevado das mudas, as pitaias produzem em média de 15 a 20 anos e sua produção pode alcançar 20 t ha⁻¹ (HESSEN; TELLEZ, 1995), com preços variando entre R\$ 11 a 60 o Kg do fruto. Além disso, a pitiaia é uma alternativa

na implantação de sistemas agroflorestais, sendo uma espécie epífita de produção precoce, possibilita renda ao agricultor logo no segundo ano após seu plantio (ZEE; YEN; NISHINA, 2004; LE BELLEC; VAILLANT; IMBERT, 2006).

A pitaia pode ser propagada por meio de sementes ou de forma vegetativa, por estaquia, esta é mais atrativa, por possibilitar a uniformização do plantel e por produzir frutos precocemente. Entretanto, as sementes constituem importante forma de propagação, por permitir a variabilidade genética, tornando possível a seleção de características desejáveis em programas de melhoramento (ANDRADE; OLIVEIRA; SILVA, 2008).

A pitaia, por se tratar de uma frutífera tropical pouco conhecida, existem poucas informações de pesquisa, de ordem prática para os agricultores, sobre a cultura. Dentre esses conhecimentos, a otimização da metodologia de propagação vegetativa, a partir de pequena quantidade de material propagativo é de fundamental importância para êxito econômico da cultura.

A produção de mudas constitui-se em uma das etapas mais importantes do sistema produtivo, influenciando no desempenho da planta, pois mudas de qualidade apresentam maior percentual de crescimento e sobrevivência, dispensando replantio, diminuindo custos com manutenção e oferecendo capacidade de resistência a situações adversas no pós-plantio (FONSECA; CRUZ; GUERRERO, 2006). Devido a isso, o emprego de estratégias que favoreçam o crescimento rápido torna-se premente, principalmente no período inicial da vida da planta, e o sucesso da instalação de matrizes é garantido pelo uso de mudas de alta qualidade, homogêneas, de rápida formação e com precocidade de produção de frutos.

Com o intuito de reduzir o período de formação de mudas, viveiristas e produtores rurais que fazem suas próprias mudas, utilizam-se de diferentes estratégias como: o uso de reguladores de crescimento e biofertilizantes no processo de produção de mudas.

Outro aspecto que deve ser estudado são as condições para a germinação de sementes de pitaia, pois embora a espécie seja propagada, principalmente por estaquia, o conhecimento da biologia da germinação são de fundamental importância para o entendimento do estabelecimento das plantas, sendo essenciais aos programas de melhoramento genético. Dentre os principais fatores que afetam a germinação das sementes, merecem destaque a temperatura e a luz (LABOURIAU, 1983), podendo ser manipulados para melhorarem a porcentagem, velocidade e sincronização da germinação com objetivo de aumentar o percentual de plântulas vigorosas e consequentemente diminuindo o custo de produção (DEMUNER et al., 2008).

Diante do potencial produtivo, nutritivo, econômico e social e do déficit de informações sobre a germinação e a formação de mudas de pitaia, objetivou-se com este estudo, avaliar diferentes condições para a germinação de sementes e propagação vegetativa de pitaia.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 ASPECTOS GERAIS SOBRE A CULTURA DA PITAIA

Pitaia refere-se ao nome dado ao fruto de espécies de cactos epifíticos (BARBEAU, 1990), ela pertence à família Cactaceae, é caracterizada por hábito escandente ou trepador, cresce tanto em árvores quanto em rochas. As espécies epifíticas, estão adaptadas à vida em regiões úmidas como florestas tropicais e subtropicais, concentrando-se principalmente em duas tribos da subfamília cactoideae: Hylocereeae, que são epifíticas facultativas, isto é, inicialmente enraízam no solo e, mais tarde tornam-se plenamente epífitas, com os principais gêneros *Epiphyllum*, *Hylocereus* e *Selenicereus*; e *Rhipsalideae*, que são holoepífitos (verdadeiras epífitas) com os gêneros *Hatiora*, *Lepismium*, *Rhipsalis* e *Schlumbergera* (BARTHLOTT; HUNT, 1993; NYFFELER, 2002). A maioria dos representantes dessa família apresentam centros de diversidade nas florestas tropicais do México e das América Central e Sul (MIZRAHI, NERD, NOBEL, 1997).

A pitaia possui entre 1500 a 2000 espécies, dentre elas cerca de 250 espécies são utilizadas para produção de frutos e outras utilidades industriais (LE BELLEC; VAILLANT; IMBERT, 2006). Segundo esses mesmos autores, as pitaias são agrupadas em quatro gêneros principais: *Stenocereus* Briton & Rose, *Cereus* MiLL, *Selenicereus* (A. Berger) Riccob e *Hylocereus* Briton & Rose. As pitaias que foram avaliadas neste experimento pertencem aos gêneros *Selenicereus* e *Hylocereus*, e estão caracterizadas conforme descrição pormenorizada nos parágrafos seguintes.

A pitaia *Selenicereus setaceus* Rizz pertence à classe: Magnoliopsida, ordem: Caryophyllales, família: Cactaceae, subfamília: Cactoideae, tribo: Hylocereeae, gênero: *Selenicereus*. É encontrada naturalmente em campos rupestres do cerrado de Minas Gerais, Bahia, Goiás, Distrito Federal, Mato Grosso e Tocantins. Também encontrada em áreas de restinga na Bahia e Rio de Janeiro (JUNQUEIRA et al., 2002) e pequenas parcelas dos estados de São Paulo, Paraná, Rondônia, Roraima e Amapá. São epifíticas, possuem raízes adventícias para fixação e absorção de nutrientes. Seus cladódios são suculentos, articulados com disposição colunar, com dois a três ângulos e espinhos de 2 a 4 mm (JUNQUEIRA et al., 2002).

Suas flores são sésseis e de tamanho grande em média entre 15 e 30 cm de altura, brancas com tonalidades amareladas. Seus polinizadores são os morcegos e mariposas e suas flores se abrem apenas uma única vez durante a noite (JUNQUEIRA et al., 2002). Os frutos apresentam peso entre 30 a 80 g, com coloração vermelho rubi (roxo). Apresenta sabor característico e doçura acentuada com pequenas sementes comestíveis espalhadas pelo fruto.

A *Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose membro da subfamília Cactoideae, tribo: Hylocereeae, gênero: Hylocereus, família: Cactaceae conhecida como “rainha da noite” ou pitia branca. Originária das Américas, distribuída na Costa Rica, Venezuela, Panamá, Uruguai, Brasil, Colômbia, México e Nicarágua (HERNÁNDEZ, 2000), sendo cultivada em mais de 22 países (NOBEL; DE LA BARRERA, 2002). Apresenta flores grandes com tamanho de aproximadamente 30 cm, seus frutos rosas avermelhados, polpa branca com pequenas sementes espalhadas. Com 15 a 22cm de comprimento, seu peso varia entre 400 a 800 g (LE BELLEC; VAILLANT; IMBERT, 2006).

A espécie *Hylocereus polyrhizus* (Web.) Britton & Rose é membro da subfamília Cactoideae da tribo Hylocereeae do gênero Hylocereus e família Cactaceae (RAVEH et al., 1993), é uma fruta exótica, não climatérica (WU et al., 2006). A fruta é cultivada em larga escala na Malásia, Vietnã, Tailândia, Taiwan e outras partes do mundo (regiões tropicais e subtropicais). As flores são grandes com tamanho entre 25 a 30cm e o fruto maduro tem casca vermelho-púrpura atraente. Ela tem polpa vermelha, delicada e succulenta com pequenas sementes pretas bem dispersas, apresenta 10 a 12 cm de comprimento e seu peso variando entre 130 a 350 g (LE BELLEC; VAILLANT; IMBERT, 2006). Tem esta recebido muita atenção pela sua utilização como agente de coloração de alimentos e indústrias de cosméticos (STINTZING; SCHIEBER; CARLE, 2002). Além de seus benefícios nutricionais, apresentam compostos (betacianinas) que atuam como anti-oxidantes, com atividades de eliminação de radicais livres (KANNER; HAREL; GRANIT, 2001).

As três espécies, apresentam hábito escandente (crescem emitindo novos brotações para o alto), formam raízes adventícias facilmente ao longo do caule e as utilizam para ancorar-se a outras plantas ou rochas, bem como para absorver água e minerais (WALLACE, GIBSON, 2002), portando o tutoramento dessas frutíferas é de extrema importância, ele pode ser feito com postes de concreto, mourões, caules de frutíferas ou associações na forma de consórcio servindo como sombreamento para algumas culturas como hortas ou até em alguns casos utilizadas como cerca viva (NUNES et al., 2014).

Outra característica importante das cactáceas, incluindo a pitia é sua capacidade de adaptação a novos ambientes e a tolerância a condições extremas, como altas temperatura e déficit hídrico. As cactáceas apresentam mecanismo fotossintético do tipo MAC (metabolismo ácido das crassuláceas), em que ocorre absorção de dióxido de carbono no período noturno, quando os estômatos estão abertos e as temperaturas são mais amenas. Este mecanismo proporciona melhor eficiência no uso da água quando comparado aos sistemas C3 e C4 (TAIZ; ZEIGER, 2013).

2.2 IMPORTÂNCIA DA FRUTICULTURA NA AGRICULTURA FAMILIAR

Segundo o Programa Nacional de fortalecimento da agricultura familiar (PRONAF) são considerados os agricultores familiares: os assentados, posseiros, arrendatários, proprietários, parceiros ou meeiros que utilizam de sua própria mão de obra e da família ou que tenham até dois empregados permanentes e não devem ter áreas superiores a quatro módulos fiscais. Muitos desses agricultores enfrentam dificuldades para se inserir nas cadeias produtivas do agronegócio, pois a produção de commodities agrícolas exigem grandes extensões de área, incorporação de tecnologias sofisticadas e altos investimentos. Com o preço dos insumos, combustíveis e maquinários elevados, com a dificuldade de aquisição de novos espaços territoriais, além dos riscos possíveis a serem causáveis por intempéries, fica claro que para a manutenção do agricultor familiar no campo são necessários alternativas sustentáveis.

Alternativas que proporcionem o aumento de produtividade, tal como maior aproveitamento de espaços territoriais e recursos locais, que gerem menor dependência de recursos externos, utilize recursos renováveis e disponíveis no local, introduza espécies que criem diversidade funcional no sistema. Feiden (2005), cita alguns dos passos para a construção de um sistema de produção agroecológico. Grarcez e Rosa (2007), ressaltam que as alternativas fora da revolução verde são menos onerosas e mais inclusivas, e que a ocupação dos agricultores com a fruticultura é anual e não apenas em épocas de safras. Altieri (2000), destaca a necessidade de sustentabilidade ecológica de longo prazo, e salienta que um dos desafios é reduzir os custos e aumentar a eficiência e a viabilidade econômica das pequenas e médias unidades de produção agrícola, promovendo, assim, um sistema agrícola potencialmente resiliente.

Um dos grandes desafios para os agricultores rurais é aumentar o aproveitamento das áreas produtivas. A fruticultura inserida em um sistema de policultivo pode aumentar a produtividade por unidade de área, reduzindo o impacto ambiental causado pela agricultura (NETO et al., 2012). Além de aumentar a diversidade ambiental em unidades de produção familiar, a fruticultura oferece excelente rentabilidade com a venda de produtos in natura ou através do processamento de geleias, doces, sucos, sorvetes, além de outros produtos destinados a venda em feiras, ou através de cooperativas.

A pitaia é uma cultura em ascensão em muitas regiões do Brasil, mas no entanto, são poucas as ofertas do material propagativo desta planta, pois a expansão de seu cultivo tem sido limitada pelo período de preparo das mudas, obtidas de sementes, e pelo longo período, para o início da produção de frutos (4 a 6 anos) (GUNASENA; PUSHPAKUMARA; KARIYAWASAM, 2007). Portanto a produção de mudas através do método em estaquia, apresenta-se como uma atrativa fonte de rentabilidade extra, pois além de formar mudas repositoras do plantel, é possível produzir grandes quantidades de mudas em pequenos espaços de áreas.

Além de ser uma cultura extremamente adaptável ao consorciamento com outras espécies, a pitaia pode ser cultivada em espaços pedregosos e não mecanizáveis, possibilitando a utilização de locais onde o cultivo de outras espécies são impraticáveis.

A pitaia apresenta ótimo potencial em sistemas agroflorestais (SAF's) (SILVA, 2014), possibilitando rentabilidade antecipada em relação a demais frutíferas aos agricultores que estão em transição para esse sistema, pois as pitaias produzem logo após o segundo ano de implantação, por plantio em estaquia.

2.3 PROPAGAÇÃO SEMINÍFERA E VEGETATIVA

As pitaias podem se reproduzir de forma sexuada ou assexuada, a propagação seminífera (sexuada) é menos utilizada em cultivos, pois o início da produção é mais tardio, a planta passa pelo período de juvenilidade até completar a maturidade necessária para o início do período reprodutivo, que demora de quatro a seis anos (GUNASENA; PUSHPAKUMARA; KARIYAWASAM, 2007).

No entanto, o método de reprodução sexual proporciona a variabilidade genética necessária para a seleção de características desejáveis em um programa de melhoramento genético, além de possibilitar a investigação científica de fatores que afetam a biologia da germinação (SUÁREZ-ROMÁN et al., 2011). Outra característica importante desse método é a preservação da diversidade dos recursos fitogenéticos, e conservação de espécies através de bancos de germoplasma (MARTIN, 2002).

Para otimização do método de propagação seminífera é de fundamental importância o conhecimento dos principais fatores que afetam a germinação das sementes, dentre eles, merecem destaque a temperatura e a luz. As sementes apresentam comportamento variável para temperatura (LABOURIAU, 1983), existem sementes que apresentam melhor comportamento germinativo quando submetidas à alternância de temperatura, e outras que são favorecidas quando submetidas à temperaturas constantes (SALOMAO; DA EIRA; DA CUNHA, 1996). A luz é necessária para a germinação de sementes de algumas espécies, no entanto as sementes da maioria das plantas cultivadas germinam tanto na presença como na ausência de luz, assim como existem espécies que germinam na ausência de luz (LABOURIAU 1983; VÁZQUEZ-YANES; OROZCO-SEGOVIA, 1990). Esses dois fatores podem ser manipulados para melhorarem a porcentagem, velocidade e sincronização da germinação com objetivo de aumentar o percentual de plântulas vigorosas.

O método de propagação vegetativa (assexuada) por estaquia, consiste na fragmentação do caule ou ramos em porções de comprimento variável com gemas vegetativas e sua introdução em suportes especiais para enraizamento (HARTMANN; KESTER, 1982). Para a pitia, a propagação é a partir de estacas ou cladódios, através da separação desses cladódios e transporte direto ao solo ou através de sua colocação em sacos com substrato para a formação de novas estacas. A reprodução por este método proporciona um número indefinidamente grande de indivíduos geneticamente idênticos (VALLEJO - CABRERA E ESTRADA- SALAZAR, 2002), o que consequentemente resultará em uniformização da produção.

Essa forma de propagação é a mais utilizada pelos produtores rurais por possibilitar um manejo simples e rápido para formação de mudas, pois o início de período produtivo ocorre logo no primeiro ano, após seu plantio (LE BELLEC; VAILLANT; IMBERT, 2006; ZEE; YEN; NISHINA, 2004).

Porém o desafio da propagação assexuada, está em encontrar métodos que proporcionem mudas com um sistema radicular uniforme, abundante, vigoroso, com alto percentual de enraizamento, e que de origem a plantas precoces. Pois a viabilidade das mudas propagadas por cladódio depende da capacidade de formação de raízes, e da qualidade do sistema radicular formado (FACHINELLO et al., 1995).

O tamanho e a região do cladódio é uma das características importantes na seleção de material para implantação da pitiaia, pois afetará na porcentagem de mudas enraizadas. Também na qualidade do enraizamento, na formação das mudas e no tamanho e a quantidade de brotações produzidos durante o primeiro ciclo da plantação (FAO, 2001). Marques et al. (2011), avaliando tamanho de cladódio no enraizamento e desenvolvimento da pitiaia, comparou cinco diferentes tamanhos de cladódios e conclui que estacas formadas com 15 e 25 cm são as mais indicadas. Por outro lado, Fagundes et al. (2012), encontraram mudas com 30 cm e dominância apical, apresentando tamanho favorável para a formação das raízes.

A utilização de promotores de crescimento, como os fitormônios e biofertilizantes, podem acelerar a formação de raízes adventícias, favorecendo a qualidade do sistema radicular e a propagação assexuada das plantas (MORENO et al., 2009; LI et al., 2009).

2.4 TEMPERATURA

A germinação das sementes é regulada pela interação de seu estado fisiológico e das condições de ambiente, sendo que cada espécie vegetal exige um conjunto de requisitos específicos quanto à disponibilidade de água, temperatura, luz e profundidade de semeadura, para a ocorrência do processo de germinação (MONDO et al., 2010).

A temperatura é um dos principais fatores ambientais que influencia a germinação e o desenvolvimento de plântulas, por atuar sobre as reações bioquímicas necessárias para que ocorra a germinação (mobilização, degradação de reservas armazenadas e síntese de substâncias para o crescimento do embrião), afetando a velocidade de absorção da água, das reações hidrolíticas e, conseqüentemente, a velocidade e uniformidade da germinação (BEWLEY; BLACK, 1994; DOUSSEAU et al., 2008; CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

As sementes têm a capacidade de germinar dentro de uma variedade de temperaturas características de cada espécie, existindo uma temperatura ou uma faixa de temperatura ótima onde o processo de germinação se realiza de forma mais rápida e eficiente (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). A temperatura é considerada ótima para a germinação das sementes quando permite a expressão do potencial máximo de germinação em menor período de tempo (MAYER; POLJAKOFF-MAYBER, 1989), enquanto que, temperaturas cardinais máximas e mínimas são pontos restritivos à germinação das sementes (NASCIMENTO, 2005).

Temperaturas maiores ou menores a ótima reduzem a velocidade do processo germinativo (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012), com consequente alteração na uniformidade de germinação, devido ao aumento do tempo de exposição das sementes ao ataque de patógenos (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

Para a maioria das espécies tropicais e subtropicais, a faixa de temperatura considerada ideal para a germinação está entre 20 e 30°C (BORGES; RENA, 1993). Entretanto, para algumas espécies, temperaturas alternadas promovem maior germinação, índice de velocidade e uniformidade de germinação quando comparado a temperaturas constantes (PROBERT; SMITH; BIRCH, 1985). A alternância de regimes térmicos pode simular as flutuações naturais do ambiente favorecendo o processo germinativo de algumas espécies.

Na literatura é frequente as contradições no que diz respeito a temperatura ótima para a germinação de sementes de cactáceas. Para algumas espécies as temperaturas constantes são mais eficientes, enquanto que, para outras as temperaturas alternadas são preferenciais. Segundo LONE et. al. (2014), as cactáceas *Selenicereus megalanthus* e *Melocactus bahiensis* apresentam maior poder germinativo a temperatura constante de 25°C. Por outro lado, as cactáceas *Melocactus violaceus* germina melhor em temperatura alternada de 20-35°C (ZAMITH; CRUZ; RICHES, 2013).

Até o presente existe uma escassez nas informações disponíveis sobre temperatura de germinação de diferentes espécies de pitiaia. Estudos sobre a influência da temperatura na germinação são de fundamental importância para a compreensão dos aspectos ecofisiológicos e bioquímicos do processo germinativo da espécie, podendo contribuir para o aprimoramento do processo de produção de mudas.

2.5 LUMINOSIDADE

A radiação solar é o principal elemento para todos os processos biológicos e físicos dos vegetais. Utilizando desse recurso, as plantas dependem da qualidade, intensidade, e duração da radiação exercendo efeitos classificados como fotoenergéticos e fotoestimulantes (CAVALCANTE, 2008).

A percepção da qualidade da luz pelas plantas ocorre através do fitocromo. Os fitocromos (pigmento protéico) quando estimulados pela luz estão envolvidos em vários processos fisiológicos das plantas, como por exemplo, na germinação das sementes, floração, abertura de estômatos e estiolamentos, sendo que todos esses processos estão envolvidos com estímulos luminosos (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Assim sendo, a percepção da luz somente ocorre através do fitocromo, pois ele é um fotorreceptor que absorve luz mais fortemente nas regiões do vermelho (Pr - 650 a 680 nm) e vermelho-distante (Prf - 710-740 nm) (TAKAKI, 2001). Geralmente, este fitocromo é encontrado na forma Pr (inativa) ou Prf (ativa). Os comprimentos de onda ricos em vermelho-distante tendem a inibir a germinação pela fotoconversão do Prf para Pr.

Para que ocorra o início da germinação, é necessário uma sequência de eventos fisiológicos influenciados por fatores externos e internos às sementes (KRAMER E KOZLOWSKI, 1972). Entre os fatores externos, a presença ou ausência de luz podem, de alguma forma, favorecer, ou mesmo não influenciar a germinação de sementes.

Sabe-se que as sementes podem ser classificadas em três categorias: sementes que apresentam maior germinabilidade e velocidade de germinação sob luz do que no escuro, são conhecidas como fotoblásticas positivas; as que germinam melhor no escuro do que sobre a luz são fotoblásticas negativas; e as que não são afetadas pela luz, ou seja, germinam na luz ou no escuro, sendo denominadas de neutras ou afotoblásticas (LABOURIAU 1983; VÁZQUEZ-YANE; OROZCO-SEGOVIA, 1990).

A presença da luz pode contribuir para diminuir os problemas causados pelo baixo potencial de água no solo, além dos efeitos de temperaturas acima das consideradas ideais para cada espécie (MARCOS FILHO, 2005).

Entre as sementes, as maiores, geralmente, são indiferentes ou apresentam a germinação inibida pela ação da luz branca, pois possuem grandes reservas para sustentar longos períodos de crescimento de plântulas no escuro, não necessitando da luz para sua germinação (MAJEROWICZ; PERES, 2008). Já o enriquecimento em vermelho-distante provocado pelo dossel de folhas inibe a germinação de várias espécies de sementes pequenas, pois elas, normalmente, necessitam de uma razão V (vermelho): VD (vermelho distante) alta para que ocorra a germinação dessas espécies (TAIZ; ZEIGER, 2013).

2.6 BIOFERTILIZANTE

Uma prática que vem crescendo na agroecologia é o uso de biofertilizantes líquidos, por apresentarem resultados satisfatórios na nutrição e proteção das plantas, por serem compostos com princípio ativo ou agente orgânico isento de substâncias tóxicas, atuando direta ou indiretamente sobre as plantas, consequentemente elevando sua produtividade (BRASIL, 2004). O uso destes biofertilizantes diminuem os efeitos lesivos ao meio ambiente, consequentemente na dependência de produtos industrializados (ASERI et al., 2008) podendo ser produzido pelos próprios agricultores rurais.

A utilização de biofertilizantes fornece um equilíbrio nutricional para o enraizamento e formação de mudas, proporcionando precocidade para o crescimento fenológico e início de desenvolvimento reprodutivo. Os biofertilizantes promovem aumento da fotossíntese e máxima exploração do potencial fisiológico e biológico das plantas devido ao aproveitamento de complexos aminoacídicos biologicamente ativos.

Os biofertilizantes líquidos possuem em sua composição, uma grande quantidade de elementos necessários para a nutrição vegetal, variando suas concentrações, dependendo da matéria-prima a ser fermentada (SANTOS, 1992). Tanaka et al. (2008), explicam que os biofertilizantes líquidos tem em suas composições quase todos elementos necessários para a nutrição vegetal, e que suas concentrações variam conforme o período de fermentação.

Observa-se que as pulverizações foliares, tentam imitar um recurso que a natureza desenvolveu para partilhar os nutrientes nas plantas. Como ocorre em florestas, a água da chuva corre das camadas superiores da vegetação (copa das árvores) carreando nutrientes (elementos químicos e substâncias complexas como enzimas e hormônios vegetais) para a filosfera das folhas que ficam na camada intermediária até chegarem ao solo, sendo o restante absorvido pela imensa atividade da rizosfera (BRASIL, 2012).

Existem vários biofertilizantes líquidos, entre os biofertilizantes orgânicos mais conhecidos está o “Supermagro” (SANTOS, 1992), o Bocashi (PENTEADO, 2000) e o Fish Fértil – Classic® que é um fertilizante orgânico de aplicação foliar oriundo de um processo natural de fermentação enzimática de hidrolisado de peixes. Espera-se que com a utilização de biofertilizantes naturais, haja a diminuição a impactos ambientais, que seriam causados com a não utilização do descarte dos materiais não aproveitáveis, e que seja uma ferramenta capaz de possibilitar o enraizamento de estacas de mudas de pitaias, contribuindo para o estabelecimento das plantas.

2.7 FITORMÔNIOS

Os fitormônios (hormônios vegetais) são amplamente distribuídos, e se encontram na forma natural em todas as plantas superiores, são específicos em sua forma de ação, sendo que exercem suas atividades em muito baixas concentrações. Em conjunto exercem uma completa interação regulando o crescimento e desenvolvimento das plantas (MORALES RUBIO, 2000).

Os reguladores vegetais são substâncias sintéticas que podem incrementar o crescimento e desenvolvimento vegetal; aumento da absorção e utilização de água e nutrientes pelas plantas. Estimulando a divisão, diferenciação e alongamento das células. Quando são aplicados exogenamente, suas ações são similares ao dos hormônios vegetais, como: citocininas, auxinas, giberelinas, ácido abscísico e etileno (VIEIRA; CASTRO, 2002). São substâncias instáveis em condições ambientais. Portanto, são efetuadas formulas sintéticas com ação hormonal que agem em pequenas quantidades. Mas, há de se entender que nem todos os reguladores de crescimento são hormônios, já todos os hormônios regulam o crescimento (SIMÃO, 1998).

É importante ressaltar que os objetivos da utilização de reguladores de crescimento em mudas são: possibilitar a propagação vegetativa em estacas de difícil enraizamento, o aumento da porcentagem de estacas enraizadas, formação de estacas em menor tempo, aumento no número, qualidade e uniformidade de raízes das mudas (PAIVA; GOMES, 1993; ALBUQUERQUE; ALBUQUERQUE, 1981).

2.7.1 Giberelinas

As pesquisas mostram que existem mais de 130 formas de giberelinas identificadas, mas poucas delas são biologicamente ativas como hormônios, uma das giberelinas que se destacam na forma ativa é o ácido giberélico (AG3). A maioria das giberelinas atuam como precursores ou representam formas inativas, a bioatividade depende de sua estrutura química sendo definida com base na biossíntese, metabolismo e controle de inativação (GUERRA; RODRIGUES, 2008).

As giberelinas são diterpenoides tetracíclicos, compostos de uma das unidades básicas pentacarbonadas, são associadas à promoção do crescimento do caule e parte aérea da planta. Elas controlam vários aspectos da germinação de sementes (FINCH-SAVAGE; LEUBNER-METZGER, 2006). Além de estar relacionada com o processo de nodulação (LIEVENS et al., 2005) sua aplicação promove o crescimento de entre-nós em algumas espécies.

Diferentemente das auxinas, a giberelina é definida pela sua estrutura química e não por sua atividade biológicas, sua aplicação em plantas intactas pode induzir aumentos significativos nas suas alturas, estimulando o crescimento por promover o alongamento (extensibilidade mecânica) e a divisão celular, pela indução de enzimas que proporcionam o enfraquecimento e afrouxamento das paredes celulares (MAC LEOD; MILLAR, 1967).

Espera-se que a utilização da giberelina (GA3) possa favorecer a formação de mudas mais precoces, e que esse regulador vegetal estimule um crescimento potencial nas brotações emitidos por estacas de pitaias. Experimentos como o de Santos et al. (2010), demonstram que em maracujazeiros amarelos submetidos a giberelina (GA3) a uma dosagem de 90 a 100mg GA3 L⁻¹ ocasiona o crescimento expressivo no comprimento de caule dessa espécie, e que nas concentrações entre 78 e 92 mg GA3 L⁻¹ proporcionam um incremento de massa seca de raiz, caule e total

das plantas. Esse e diversos outros trabalhos demonstram os benefícios para o crescimento inicial mais rápido e uniforme em plantas cultivadas: HIGASHI, et al. (2002); LEITE; ROSOLEM; RODRIGUES, (2003); RODRIGUES; LEITE (2004); SCALON et al. (2006); ALMEIDA (2008); DO SANTOS et al., (2010); ALCANTARA et al., (2014).

2.7.2 Citocininas

A citocinina foi descoberta através do isolamento da cinetina. O termo cinetina foi designado como compostos capazes de promover a citocinese nas células (PERES; KERBAUY, 2004). A primeira citocinina natural foi extraída de extratos de milho verde (*Zea mays*) sendo denominada como zeatina (Z) ou 6 – (δ – metil – γ – hidroximetilalilamino). Também fazem parte do grupo das citocininas: a cinetina (KIN) 6 – furfurilaminopurina; a 6 – benzilaminopurina (BAP) ou 6 – benziladenina e a isopenteniladenina (iP) ou 6 – (δ, δ – dimetilalilamino) purina (PERES; KERBAUY, 2004).

Os reguladores vegetais oriundos das citocininas tem sido utilizados para otimização do rendimento de plantas, influenciando em diferentes aspectos de seu desenvolvimento (SHUKLA; FAROOQI, 1990), entre as citocininas comercialmente disponíveis, a BAP é a que, em geral, apresenta os melhores resultados (Moura et al., 2012).

As citocininas são utilizadas como indutoras de crescimento de brotações e repressoras de dominância apical, onde cada regulador, e cada concentração e combinação de regulador resulta em diferentes respostas de crescimento (HURTADO; MERINO, 1991). Entre os efeitos da citocinina nos processos fisiológico estão: a divisão celular, mobilização dos nutrientes, dominância apical, crescimento de caule, fotomorfogênese e retardamento da senescência foliar (MOK, 1994).

Existem poucos trabalhos que relacionam o uso desse regulador vegetal com a propagação de estacas em cactáceas. Dias et al. (2012), afirmam que as citocininas em baixas concentrações promovem o crescimento e o desenvolvimento vegetativo de diferentes espécies. Possivelmente a utilização de baixa concentrações de citocininas possam contribuir para a formação de mudas de pitaia. Em um experimento Augusto, Biasi e Telles (2006), testaram o enraizamento de amoreira

preta cv. Brazos ex vitro de microestacas multiplicadas com diferentes citocininas constatando que as taxas de enraizamento e sobrevivência foram de 100%.

Cactos com maiores quantidades de ramificações (cladódios) posteriormente exibirão maiores quantidades de florações e conseqüentemente mais frutos. A pulverização com a citocinina (BAP) aumentam as ramificações da epífita *Schlumbergera truncata* (. Haw) Moran (HEINS; ARMITAGE; 1981). Sanderson et al. (1986), também verificaram que as citocininas aumentam a ramificação de cladódios para a cactaceae *Chamaecereus silvestri* (Speg.). Boyle (1992), conclui que a citocinina pode ser útil para modificar a arquitetura da planta de cacto Páscoa (Crimson Gigante), onde o aumento nas concentrações de BAP causaram maiores números e comprimentos acumulados de brotações secundárias.

2.7.3 Auxinas

A baixa oferta de material propagativo dificulta a inserção da cultura da pitaia, uma das alternativas para facilitar a propagação desta espécie é através da segmentação de estacas para formação de mudas. No entanto, o sucesso da estaquia depende da formação e desenvolvimento de raízes adventícias, e o uso de reguladores de crescimento, podem proporcionar melhoria no enraizamento.

Entre os reguladores de crescimento, as auxinas são as mais indicadas para a indução do enraizamento, destacando-se o ácido indolacético (AIA). O uso de reguladores vegetais, variam de acordo com a espécie e tipo da estaca, tanto com relação a concentração do hormônio, como ao tempo de imersão nas soluções (TOGNON; PETRY, 2012).

A auxina foi o primeiro hormônio descoberto, sendo considerada um dos hormônios vitais às plantas. O ácido indolacético (AIA) é a principal auxina encontrada nas plantas superiores na sua forma natural, com fórmula molecular $C_{10}H_9NO_2$, outras auxinas naturais podem ser encontradas, como as moléculas análogas clorados da AIA: ácido-4-cloroindolil-3-acético (4-cloroAIA), o ácido fenilacético e o ácido indolil-3-butírico (AIB) (MERCIER, 2008).

A descoberta da auxina está ligada em sua relação com o crescimento das plantas, embora atue em praticamente em todos os estágios do ciclo de vida de uma planta. Ela possui ação na formação de raízes adventícias, ativação de células do câmbio e promoção do crescimento de plantas (TAIZ; ZEIGER, 2013). Atua

estimulando as células do periciclo a se dividirem, formando o ápice radicular, promovendo o crescimento da raiz lateral através do córtex e da epiderme da raiz, influenciando a morfologia radicular, inibindo seu alongamento, aumentando a produção de raízes laterais e induzindo a formação de raízes adventícias (ZIMMERMAN; HITCHCOCK, 1942). Nessa direção, a aplicação de auxina em estacas de propagação vegetativa tem como objetivo melhorar e induzir o enraizamento de mudas (FACHINELLO; HOFFMANN; NACHTIGAL, 2005).

As auxinas são basicamente utilizadas em uma dosagem entre 0.1 a 10mg/l. A resposta a aplicação da auxina exógena, depende da natureza do tecido (raízes, caules ou gemas) e da concentração da substância presente (GALSTON, 1972).

Entre as substâncias reguladoras de crescimento, as auxinas naturais (AIA) e as sintéticas (AIB e ANA) estimulam maior produção de raízes adventícias em estacas caulinares e foliares (ONO et al., 1994; HARTMANN et al., 2002; FERREIRA et al., 2009). Segundo Norberto et al. (2001), avaliaram a influência do ácido indolbutírico (AIB) na propagação da figueira (*Ficus carica* L), e descobriram que o AIB em uma concentração de 100 mg/l é eficiente para estimular o enraizamento, bem como aumentar o peso da matéria seca tanto das raízes quanto da parte aérea desta planta. Já, Santos et al. (2010), não encontraram resultados significativos para o crescimento e desenvolvimento radicular inicial de mudas de pitiaia (*Hylocereus undatus*) com a utilização do regulador vegetal ANA. Enquanto Meneguzzi et al. (2015), encontraram que a utilização de 2.000 mg L⁻¹ de AIA favorece o enraizamento de estacas de *Pittosporum tobira*.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 EXPERIMENTO I - INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA E DA LUZ NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE DIFERENTES ESPÉCIES DE PITAIA.

O presente estudo foi desenvolvido no Laboratórios de Fisiologia Vegetal e Sementes da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), campus Laranjeiras do Sul, Paraná.

3.1.1 Aquisição das sementes

Foram utilizadas sementes de três espécies de pitaias. Os frutos foram oriundos do município de Jacinto Machado no vale de Araranguá, Estado de Santa Catarina. As sementes foram extraídas de frutas frescas peneiradas em água para eliminar resíduos e secas à sombra sobre papel toalha durante 48 horas no laboratório da Universidade Federal Fronteira Sul (UFFS).

3.1.2 Ensaio I

O ensaio I foi conduzido para avaliar a melhor temperatura para germinação de três espécies de sementes de pitaias: *Selenicereus setaceus* (pitaia-do-cerrado), *Hylocereus undatus* (casca vermelha e polpa branca) e *Hylocereus polyrhizus* (casca vermelha rosada e polpa vermelha).

O experimento foi constituído de fatorial 3x7, sendo as três espécies citadas acima e sete ensaios de temperaturas: 15 °C, 20°C, 25°C, 30°C e 35°C, e as temperaturas alternadas: 15-25°C e 20-30°C, todas com fotoperíodo de 12 horas.

Para avaliar a qualidade fisiológica das sementes foram realizados os seguintes testes: grau de umidade, germinação, índice de velocidade de germinação e tempo para ocorrência de 50% de germinação (T50).

3.1.2.1 Grau de umidade das sementes

A determinação do grau de umidade das sementes de todas as espécies foi realizado pelo método padrão em estufa com circulação forçada de ar a 105°C durante 24 horas conforme recomendações da RAS (Regra para Análise de Sementes) (BRASIL, 2009).

A porcentagem de umidade foi calculada na base do peso úmido (gramas), aplicando-se a seguinte fórmula:

$$\% \text{ de Umidade (U)} = \frac{100 (P-p)}{P-t}$$

Onde:

P = peso inicial, peso do recipiente e sua tampa mais o peso da semente úmida;

p = peso final, peso do recipiente e sua tampa mais o peso da semente seca;

t = tara, peso do recipiente com sua tampa.

3.1.2.2 Germinação e índice de velocidade de germinação

Foram realizadas, quatro repetições de 50 sementes, totalizando 200 sementes por espécie, as quais foram semeadas em gerbox sobre papel mata-borrão umedecido com água 2,5 vezes o peso do papel. Todos os tratamentos foram conduzidos em câmaras do tipo BOD previamente reguladas com as temperaturas constantes de 15 °C, 20°C, 25°C, 30°C e 35°C, e temperaturas alternadas de 15-25°C e 20-30°C, com fotoperíodo de 12 horas. No 11º dia após o início do teste, foram contabilizadas plântulas normais que apresentavam parte aérea e radícula com todas as partes essenciais para seu desenvolvimento.

Para a avaliação do IVG, foram contabilizadas diariamente as plântulas normais a partir do surgimento da primeira plântula normal até que o número de plântulas tornasse constante, sendo o IVG calculado pelo somatório do número de plântulas normais a cada dia, dividido pelo número de dias decorridos à formação da plântula, utilizando como referência a fórmula proposta por Maguire (1962):

IVG: $G_1/N_1 + G_2/N_2 + \dots + G_n/N_n$

em que:

IVG: índice de velocidade de germinação;

G_1, G_2, \dots, G_n = número de plântulas normais, computadas na primeira, segunda, ... , última contagem;

N_1, N_2, \dots, N_n = número de dias de semeadura à primeira, segunda, ..., última contagem.

3.1.2.3 Determinação do tempo para ocorrência de 50% de germinação (T50):

Utilizando os mesmos dados obtidos no índice de velocidade de germinação, o T50 foi calculado pela fórmula proposta por Guimarães (2000):

T50: $[(G-G_1)/G_2-G_1]+T$

em que:

T50: tempo de ocorrência de 50% de emergência

G: metade do valor máximo de emergência

G_1 : valor de emergência igual ou imediatamente inferior a G

G_2 : valor de emergência imediatamente superior a G

I: intervalo entre as contagens

T: tempo para a ocorrência de G_1

3.1.2.4 Análise estatística

O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado, o fatorial foi de 3×7 , sendo as três espécies: *S. setaceus*, *H. undatus* e *H. polyrhizus*, e as temperaturas: 15 °C, 20°C, 25°C, 30°C e 35°C, e as alternadas 15-25°C e 20-30°C, com quatro repetições por tratamento para cada espécie de pitaia. Os valores de porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação e do T(50) foram submetidos à análise de variância pelo software SISVAR, e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância.

3.1.3 Ensaio II

3.1.3.1 Fotoblastia

O segundo bioensaio foi conduzido a fim de determinar a resposta das sementes a radiação. Para tanto, as sementes utilizadas foram acondicionadas em um frasco envolto em papel alumínio, a fim de proteger as sementes de qualquer contato com luminosidade, e armazenadas em refrigerador em temperatura $10 \pm 2^{\circ}\text{C}$ por 365 dias.

O experimento foi constituído de quatro repetições por tratamento, com 50 sementes em cada unidade experimental composta por uma caixa do tipo Gerbox com duas camadas de papel mata borrão umedecidos com duas vezes sua massa em água destilada. As sementes foram dispostas nas caixas Gerbox em uma sala com iluminação verde para evitar a ativação do fitocromo das sementes. As caixas Gerbox foram então colocadas em BOD configurada para temperatura de 25°C e fotoperíodo de 12 horas. No tratamento sem luz, as unidades experimentais foram envoltas em duas camadas de papel alumínio a fim de proteger as sementes da radiação da BOD. A contagem das plântulas normais foi realizada no 11º dia após a implantação do experimento.

3.1.3.2 Análise estatística

O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado, o fatorial foi 3×2 , sendo três espécies: *S. setaceus*, *H. undatus* e *H. polyrhizus* e duas condições de luminosidade: com e sem luz. Com quatro repetições por tratamento. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo software SISVAR, e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância.

3.2 EXPERIMENTO 2 - INFLUÊNCIA DOS TRATAMENTOS E DA REGIÃO DE CLADÓDIO NA FORMAÇÃO DE MUDAS.

3.2.1 Local do experimento

O experimento foi conduzido na casa de vegetação da Universidade Federal Fronteira Sul (UFFS) no município de Laranjeiras do Sul, Paraná. A casa de vegetação foi regulada para a temperatura de 25°C e umidade relativa de 60%. A irrigação foi realizada duas vezes ao dia por quatro minutos (1.2 Litros/bico por minuto) às 09:00hs da manhã e às 15:00hs da tarde.

3.2.2 Aquisição dos cladódios

Os cladódios oriundos do município de Jacinto Machado no Vale de Araranguá, Estado de Santa Catarina, foram selecionados pela sanidade e pelo tamanho (cladódios com 10 cm e 40 cm) (figura 1). Cortados transversalmente com auxílio de facas, limpos em água corrente e, imediatamente, colocados nos substratos (40 % substrato comercial, 30 % terra peneirada e 30% areia peneirada) em sacos de polietileno (15x25cm), sem tempo de cura.

Figura 1 – Imagem demonstrativa das diferentes regiões (segmentos) de cladódios avaliados no experimento.



Notas: Frações I: inteiro (40 cm); B: base (10 cm); M: meio (10cm); A: ápice (10 cm).
Fotos: Rodrigo Ruths.

3.2.3 Dosagens e tratamentos utilizados

3.2.3.1 Biofertilizante

O biofertilizante comercial Fish Fértil – Classic® é um fertilizante orgânico de aplicação foliar oriundo de um processo natural de fermentação enzimática de pescados marinhos (hidrolisado de peixes), melaço de cana-de-açúcar, ácido cítrico e sacarídeos. A diluição foi na proporção de 2 ml para 500 ml de água destilada.

Tabela 1 - Composição do Biofertilizante comercial Fish Fértil – Classic®

| Moléculas | % |
|-----------------------------------|------|
| Nitrogênio Solúvel em água | 1,50 |
| Cálcio Solúvel em água | 1,00 |
| Carbono orgânico Total | 8,00 |

3.2.3.2 Reguladores Vegetais

A auxina (AIA) foi preparada em uma solução de 500 ppm. Os cladódios ficaram sem contato com a luminosidade, imersas nessa solução por 24 horas anteriores ao plantio no substrato.

A auxina foi o único regulador preparado em solução onde as estacas ficaram imersas, os demais reguladores foram aspergidos de forma a molhar totalmente a parte aérea da estaca.

A giberelina utilizada foi o ácido giberélico (GA3) preparada em uma solução de 100ppm.

A citocinina escolhida foi a 6 – benzilaminopurina (BAP), diluída em uma solução de 200ppm.

As aspersões dos biofertilizante, giberelina e citocinina foram efetuadas primeiramente na data do plantio, e posteriormente nos dias 20, 39, 64, 91, 116 e 143 após o plantio dos cladódios.

3.2.4 Análises

As análises das variáveis foram efetuadas aos 0, 20, 39, 64, 91, 116 e 143 dias após o plantio dos cladódios nos substratos. As seguintes características foram analisadas: número de brotações, comprimento de brotações (cm) e largura dos cladódios (cm). Essas foram analisados durante os sete períodos de avaliações, as demais variáveis foram efetuadas ao final do experimento: comprimento do sistema radicular (cm), massa seca de raiz (g) e percentual de cladódios enraizados.

3.2.4.1 Número de brotações:

Foi quantificado pelo número de brotações laterais e apicais emitidos pelo cladódio plantado no substrato (muda). Os resultados foram expressos em unidades de brotações. Foi determinado a medida mínima de 0.5 cm para as brotações serem contabilizadas.

3.2.4.2 Comprimento de brotações:

O comprimento das brotações foi determinado pela distância entre a superfície do substrato contido nos sacos (polietileno) e a parte apical terminal da brotação emitida. Já, o comprimento das brotações laterais, foi determinada pela distância entre a inserção da brotação e a parte apical terminal desta ramificação. As medições foram realizadas com o auxílio de fita métrica e os resultados foram expressos em centímetro (cm).

3.2.4.3 Largura dos cladódios:

Para a determinação da largura dos cladódios, a medição foi efetuada a uma distância de 5 cm da superfície do substrato contido nos sacos de polietileno, as medições foram realizadas com o auxílio de um paquímetro digital e os resultados foram expressos em milímetro (mm).

3.2.4.4 Comprimento do sistema radicular

Primeiramente foi identificada a raiz de maior comprimento longitudinal. Essa raiz foi estendida verticalmente e submetida à medição, com auxílio de uma fita métrica. Os resultados foram expressos em centímetro (cm).

3.2.4.5 Massa seca da raiz

Para cada planta fez-se a remoção do sistema radicular, o qual foi devidamente lavado em água corrente, de modo a eliminarem-se os agregados de solo presentes no material e, em seguida, foi submetido à secagem em temperatura ambiente. Após esses procedimentos, o material previamente identificado foi acondicionado em sacos cartonados individuais e encaminhado ao laboratório, onde foram submetidos à secagem artificial em estufa com circulação de ar forçado com temperatura de 80°C até a obtenção de peso constante, foram pesadas as amostras em balança de precisão. Os resultados foram expressos em grama (g).

3.2.4.6 Percentual de cladódios enraizados.

Foi contabilizado o percentual total de cladódios enraizados na última data de avaliação (143 após plantio dos cladódios).

3.2.5 Análise estatística

Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado, com três repetições e as parcelas foram compostas por cinco cladódios.

O experimento foi instalado em esquema fatorial 5x4x7, sendo cinco tratamentos: um biofertilizante, três reguladores vegetais, auxina, giberelina, citocinina e testemunha, quatro frações de cladódios: segmento apical (10cm), segmento mediano (10 cm), segmento basal (10 cm) e cladódio inteiro (40 cm) (figura 1) e sete períodos de avaliações: 0, 20, 39, 64, 91, 116, 143.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo software SISVAR, e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância.

3.2.6 Preparo de lâminas semipermanentes

Após o término do experimento, foi efetuado o preparo de lâminas semipermanentes, para a análise histológica das seções anatômicas da espécie *S.setaceus*. Seguindo-se o seguinte protocolo: O corte do tecido vegetal do cladódio da pitia *S.setaceus* foi realizado com espessura de 0,5 cm, após o material foi imediatamente colocado em um fixador (F.A.A 95%) com a composição: Formaldeído 37% (10 ml), Etanol 95% (85 ml) e Ácido Acético Glacial (5 ml) por 48 horas. Após a retirada do material do F.A.A foi realizada a desidratação. Para a desidratação foram realizadas cinco etapas de duas horas com álcool 50, 70, 85, 95 e 100%, e duas etapas de 12 e 24 horas com Álcool Butílico terciário (TBA). Após a desidratação foi realizado a diafanização (a vácuo) que consiste numa série etanol-xilólica, sendo: TBA – Xilol (3:1, 1:1, 1:3) e Xilol puro com duração de 1 hora cada etapa.

Para a impregnação foi colocado o material em parafina líquida na estufa a 60°C por 12 horas, seguido de uma troca de parafina e impregnação por mais 8 horas. Após a impregnação foi realizada a inclusão, os tecidos foram colocados no interior

de um molde contendo parafina líquida e deixado secar. Os cortes foram realizados no micrótomo com espessura de 7uM, colocados em água gelatinada e “pescados” com a lâmina.

Para proceder coloração utilizou-se o procedimento inverso, para a retirada da parafina, hidratando o material: Xilol puro (3x), Xilol-álcool etílico (3:1, 1:1, 1:3), Álcool etílico 100% (2x), Álcool etílico (95, 85, 70 e 50%), cada etapa em período de 10 minutos. Após realizou-se um banho em água corrente por 2 minutos, dois banhos rápidos em água destilada, posteriormente colocado uma gota de Lugol por 10 minutos e lavado com água destilada. Foi colocado sobre a lâmina Permount, e posteriormente a lamínula e deixado secar.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 EXPERIMENTO I - INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA E DA LUZ NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE DIFERENTES ESPÉCIES DE PITAIA.

4.1.1 Grau de Umidade

Os graus de umidade encontrados nas sementes das três espécies de pitaia estudadas foram: 8,53%, 8,12% e 7,21% para *H. polyrhizus*, *H. undatus* e *S. setaceus*, respectivamente. Estes resultados indicam que as sementes das espécies de pitaia estudadas são ortodoxas, ou seja, podem ser desidratadas a níveis baixos de umidade (5 a 7% de umidade) e armazenadas em ambientes de baixas temperaturas.

Roman et al., (2012) encontraram percentuais de umidade entre 6 a 11%, com valor médio de 8,9% para semente de *Selenicereus megalanthus* (Haw.) Britt & Rose. González Hernández (2013) classificou 17 genótipos de *Hylocereus* spp. e 3 genótipos de *Stenocereus* spp como sementes ortodoxas, e encontrou grau de umidade médio para sementes destas espécies de 9,43%.

4.1.2 Porcentagem de germinação

Para a germinação das sementes de pitaia foi observada interação entre os fatores espécies e temperaturas, indicando que os dois fatores estão interagindo ou são dependentes com um dos fatores influenciando na ação do outro (Tabela 2).

As sementes de pitaia da espécie *S. setaceus* foram as que apresentaram maior percentual de germinação entre as espécies estudadas, independentemente da temperatura utilizada. Todavia, nas temperaturas de 25°C e 30°C não foi observada diferença significativa para a porcentagem de germinação entre as espécies, sendo essa, a faixa de temperatura mais propícia para a germinação das três espécies. Simão et al., (2007) também relataram maior porcentagem de germinação de sementes de *H. setaceus* quando submetidas a temperaturas entre 25 e 30°C.

Nas temperaturas extremas, 15°C e 35°C, as espécies *H. polyrhizus* e *H. undatus* apresentaram germinação inferior a observada para a espécie *S. setaceus*. A baixa temperatura afeta a velocidade e a percentagem de germinação, influenciando negativamente na absorção de água pelas sementes e, conseqüentemente, reduzindo as reações bioquímicas e fisiológicas que determinam a germinação (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). Contudo, altas temperaturas também prejudicam a qualidade fisiológica das sementes, por reduzir a estabilidade das membranas celulares aumentando a fluidez de lipídeos e ocasionando perdas de íons e até mesmo a ruptura de membranas (TAIZ; ZEIGER, 2013).

A espécie *H. polyrhizus* foi a que apresentou maior sensibilidade a variação da temperatura em relação à ótima, que ficou entre 25°C e 30°C. Temperaturas acima ou abaixo desses valores foram responsáveis pela redução na germinação das sementes, embora a temperatura constante de 20°C e alternada de 20-30°C não tenham diferido daquelas consideradas ótimas. Lone et al., (2014), observaram resultados semelhantes aos obtidos no presente trabalho para a espécie *H. polyrhizus*, no entanto, a temperatura constante de 15° e a alternada 25-35°C não reduziram a porcentagem de germinação para esta espécie.

Já a espécie *H. undatus* se mostrou mais tolerante a variação de temperatura do que a espécie *H. polyrhizus*, apresentando redução na germinação somente quando exposta a temperaturas altas de 35°C. A espécie *S. setaceus* apresentou alta germinabilidade em todas as temperaturas testadas, demonstrando maior tolerância as variações de temperatura para a germinação.

Tabela 2 - Porcentagem de germinação de sementes das espécies: *Selenicereus setaceus*, *Hylocereus polyrhizus* e *Hylocereus undatus* em diferentes temperaturas.

| Temp. (°C) | <i>S. setaceus</i> (%) | | <i>H. polyrhizus</i> (%) | | <i>H. undatus</i> (%) | |
|------------|------------------------|----|--------------------------|------|-----------------------|-----|
| 15 | 96 | Aa | 67 | Cc | 83 | Ba |
| 20 | 100 | Aa | 88 | Bab | 92 | ABa |
| 25 | 100 | Aa | 97 | Aa | 94 | Aa |
| 30 | 100 | Aa | 97 | Aa | 91 | Aa |
| 35 | 92 | Aa | 67 | Bc | 61 | Bb |
| 15-25 | 99 | Aa | 81 | Bb | 88 | Ba |
| 20-30 | 100 | Aa | 94 | ABab | 89 | Ba |

Fonte: Elaborado pelo autor

Notas: Letras maiúsculas: linhas; letras minúsculas: colunas.

Médias seguidas da mesma letra, na coluna ou linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A ampla faixa de temperatura na qual as sementes de *S. setaceus* apresentam alta germinabilidade, de 15 à 35°C, pode ser um mecanismo evolutivo adaptativo que garante maiores chances de sobrevivência em comparação com outras espécies que apresentam estreitos limites de temperatura para a germinação. As espécies com potencial de resistência à amplas variações de temperatura são denominadas de euritéricas (LEMES; LOPES, 2012).

4.1.3 Índice de velocidade de germinação

Observou-se que enquanto a germinação das sementes de pitiaia da espécie *S. setaceus* não foi influenciada pela variação na temperatura de germinação (Tabela 2), o vigor medido pelo índice de velocidade de germinação foi severamente prejudicado (Tabela 3), reduzindo os valores mais de 100% em temperaturas abaixo de 25°C e acima de 30°C. Segundo Krzyzanowski; Vieira; França Neto (1999), os testes de vigor são mais sensíveis para detectar perdas na qualidade de sementes do que o teste de germinação, sendo na maioria das vezes, utilizado para evidenciar diferenças significativas na qualidade fisiológica de lotes de sementes com germinação semelhante.

Tabela 3 - Índices de velocidade de germinação para as três espécies: *S. setaceus*, *H. polyrhizus* e *H. undatus* em diferentes temperaturas.

| Temp. (°C) | <i>S. setaceus</i> | | <i>H. polyrhizus</i> | | <i>H. undatus</i> | |
|------------|--------------------|----|----------------------|------|-------------------|-----|
| 15 | 6,36 | Ab | 4,42 | Ad | 6,35 | Ad |
| 20 | 10,21 | Ab | 8,89 | Ac | 10,13 | Acd |
| 25 | 23,72 | Aa | 21,77 | Aab | 19,12 | Ba |
| 30 | 19,93 | Aa | 15,98 | Bb | 14,10 | Bbc |
| 35 | 10,21 | Ab | 7,41 | ABcd | 6,15 | Bd |
| 15-25 | 8,01 | Ab | 8,89 | Ac | 9,31 | Ad |
| 20-30 | 19,65 | Aa | 18,89 | Aab | 18,40 | Aab |

Fonte: Elaborado pelo autor

Notas: Letras maiúsculas: linhas; letras minúsculas: colunas.

Médias seguidas da mesma letra, na coluna ou linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

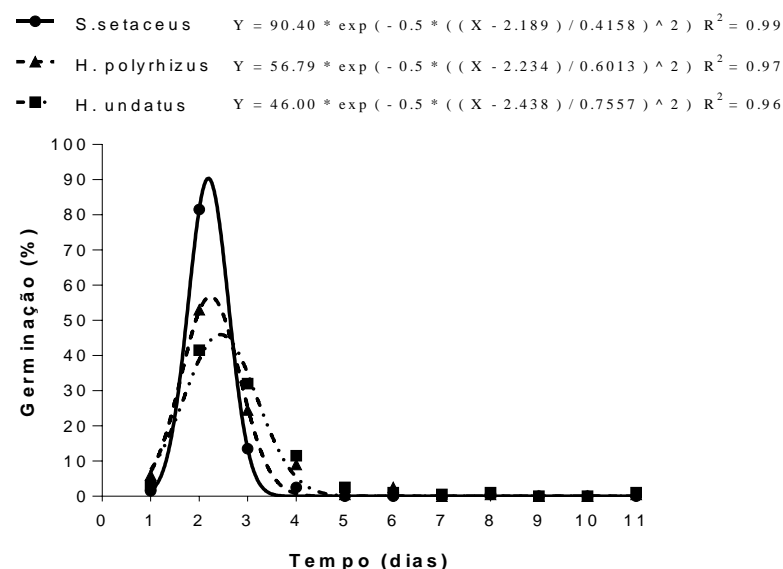
Assim como observado na germinação (Tabela 2), a temperatura de 25°C foi a que proporcionou o maior IVG nas sementes de pitiaia, independentemente da espécie avaliada. Estes resultados sugerem que a temperatura ótima para a germinação e vigor das sementes de pitiaia das espécies, *H. polyrhizus*, *S. setaceus* e *H. undatus* é a de 25°C.

Autores como Nobel, (1988); Rojas-Aréchiga; Vázquez-Yanes, (2000); Lone et al. (2007) e Meiado et al. (2010), também encontraram resultados semelhantes, em que a melhor temperatura para a germinação e a velocidade de germinação de sementes de diversas cactáceas foi ao redor de 25°C.

Em geral, a espécie *S. setaceus* foi mais tolerante as variações de temperatura do que as demais espécies (Tabelas 1 e 2). As espécies *H. polyrhizus* e *H. undatus* apresentam comportamento semelhante, exceção na temperatura de 25°C em que a espécie *H. polyrhizus* apresentou velocidade de germinação superior à da *H. undatus*.

Os dados de percentagem de germinação em função do tempo apresentaram uma distribuição normal e foram utilizados para a constituição de uma curva de Gauss. Nela pode-se observar que quase 100% das sementes germinadas da espécie *S. setaceus* realizaram o processo entre o primeiro e o terceiro dia após a sementeira (Gráfico 1). A germinação das sementes das espécies *H. polyrhizus* e *H. undatus* se estendeu até o quarto e quinto dia, respectivamente. Estes resultados evidenciam que a velocidade e a uniformidade de germinação (Tabela 3 e Gráfico 1) são maiores na espécie *S. setaceus* quando comparado as espécies *H. polyrhizus* e *H. undatus*.

Gráfico 1 - Distribuição da porcentagem de germinação de sementes das espécies *S. setaceus*, *H. polyrhizus* e *H. undatus* submetidas a temperatura de 25°C até o 11º dia após a sementeira.



Notas: Os símbolos representam a média geral dos tratamentos. A curva representa um modelo não-linear de Gauss, em que Y representa sementes germinadas (%) a um determinado período de tempo (dias) X.

4.1.4 Determinação do tempo para ocorrência de 50% de germinação (T50)

Pela Tabela 4 observa-se que o menor tempo para ocorrência de 50% de germinação (T50) foi obtido para às temperaturas constantes de 25°C e 30°C e alternada de 20-30°C. Por outro lado, esses valores aumentaram substancialmente nas temperaturas constante de 15°C e alternada de 15-25°C. Lone et al. (2014), encontraram resultados similares para TMG (temperatura média de germinação) para as espécies *H. undatus* e *H. polyrhizus*, com exceção da temperatura de 20°C que também faz parte dos menores tempos médios de germinação para espécie *H. polyrhizus*. Neste parâmetro, como nos outros avaliados a espécie *S. setaceus* mostrou-se adaptada a uma ampla faixa de temperatura. Os menores valores de T50 implica em menor tempo de exposição das sementes as condições adversas do ambiente no período pré-germinativo.

Tabela 4 - Tempo para ocorrência de 50% de germinação de semente das espécies: *S.setaceus*, *H. polyrhizus* e *H. undatus* em diferentes temperaturas.

| Temp. (°C) | <i>S.setaceus</i> | | <i>H. polyrhizus</i> | | <i>H. undatus</i> | |
|------------|-------------------|----|----------------------|-----|-------------------|----|
| 15 | 8,53 | Ac | 8,48 | Ad | 6,84 | Bc |
| 20 | 5,23 | Ab | 5,21 | Ac | 5,36 | Ab |
| 25 | 2,42 | Aa | 2,44 | Aa | 3,04 | Aa |
| 30 | 3,05 | Aa | 3,65 | Aab | 3,31 | Aa |
| 35 | 5,12 | Ab | 5,12 | Ac | 4,89 | Ab |
| 15-25 | 7,15 | Ac | 5,02 | Bbc | 5,02 | Bb |
| 20-30 | 2,57 | Aa | 2,56 | Aa | 2,60 | Aa |

Fonte: Elaborado pelo autor

Notas: Letras maiúsculas: linhas; letras minúsculas: colunas.

Médias seguidas da mesma letra, na coluna ou linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4.1.5 Teste de fotoblastia

No bioensaio conduzido para determinar a ocorrência de fotoblastia foi observado que as sementes do tratamento sem radiação apresentaram germinação significativamente inferior aquelas do tratamento com radiação (Tabela 5).

As três espécies de pitiaia são fotoblasticas positiva, uma vez que as sementes que receberam luz apresentaram percentual de germinação 71% para *S. setaceus*, 62% para *H. polyrhizus* e 29% para *H. undatus* a mais que aquelas que ficaram no escuro. As sementes de *S. setaceus* são mais dependentes de luz para germinação do que as de *H. polyrhizus*, que por sua vez são mais dependentes que as de *H. undatus*.

Tabela 5 - Porcentagem de germinação de sementes das espécies: *S. setaceus*, *H. polyrhizus* e *H. undatus* em diferentes condições de exposição à radiação.

| Fotoperíodo | <i>S.setaceus</i> (%) | | <i>H. polyrhizus</i> (%) | | <i>H. undatus</i> (%) | |
|-------------|-----------------------|----|--------------------------|----|-----------------------|----|
| Com luz | 72 | Aa | 69 | Aa | 75 | Aa |
| Sem luz | 1 | Bb | 7 | Bb | 46 | Ab |

Fonte: Elaborado pelo autor.

Notas: CL: com luz. SL: sem luz. Letras maiúsculas: linhas; letras minúsculas: colunas.

Médias seguidas da mesma letra, na coluna ou linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Estas constatações sugerem que a pitiaia, independentemente da espécie, integram a maior parte das plantas com sementes pequenas e com poucas reservas, que em sua grande maioria são fotoblásticas positiva (MAJEROWICZ; PERES, 2008). As sementes pequenas não possuem reservas suficientes para sustentar prolongados períodos de crescimento de plântulas no escuro, necessitando de luz para germinação.

O controle da germinação pela luz é regulado por um pigmento proteico denominado de fitocromo. Este pigmento apresenta duas formas interconvertíveis: uma que absorve a luz vermelha e azul e outra que absorve a luz vermelho-distante (BORTHWICK et al., 1952). Quando absorvida luz vermelha e/ou luz azul ocorre a fotoconversão da forma do fitocromo Fv (inativo) para Fve (ativo), induzindo respostas metabólicas e de desenvolvimento do vegetal. Por outro lado, a reversão de Fve para Fv é estimulada por comprimento de onda no vermelho distante e também pelo escuro (NAGY; SCHAFER, 2002).

A detecção da luz pelas sementes tem um importante papel na sobrevivência das plantas, prevenindo a ocorrência de germinação em condições inadequadas para o estabelecimento das mesmas. A habilidade nesse reconhecimento permite que as sementes controlem onde e quando a germinação poderá ocorrer, aumentando as probabilidades de sucesso no estabelecimento das plantas (FENNER; THOMPSON, 2005).

4.2 EXPERIMENTO II - INFLUÊNCIA DOS TRATAMENTOS E DA REGIÃO DE CLADÓDIO NA FORMAÇÃO DE MUDAS.

4.2.1 Porcentagem de enraizamento de cladódios

Ao término do experimento (143 dias após o plantio) foi observada a porcentagem de cladódios enraizados. Foi constatado que 100% dos cladódios, independente do tratamento e da espécie estudada, enraizaram. Esses resultados indicam que as espécies de pitaia estudadas no presente trabalho são de fácil enraizamento. Bastos et al. (2006), Andrade et al. (2007), Marques et al. (2012), e Almeida et al. (2014), trabalhando com a espécie de pitaia *H. undatus*, também relataram facilidade de enraizamento dos cladódios. No entanto, nem todas as espécies de pitaia são de fácil enraizamento, Lopez (2010), estudando o processo propagativo da espécie *Selenicereus megalanthus* relatou que estacas com 40 cm e sem aplicação de auxina apresentaram 40% de enraizamento e 70% para estacas com 60 cm e aplicação de auxina. Silva (2014), também encontrou baixo percentual de enraizamento de estacas de *S. megalanthus* com 10 cm (62,5%) e com 30 cm (50%).

4.2.2 Comprimento e massa seca de raiz

O comprimento da raiz está relacionado com a absorção de água e nutrientes minerais presentes nos substratos, podendo influenciar positiva ou negativamente no processo de formação de mudas. Nota-se pela Tabela 6 que cladódios tratados com auxina apresentaram maiores médias de comprimento de raiz, no entanto, não diferiram estatisticamente dos tratamentos com giberelina, citocinina e testemunha. A auxina estimula a divisão e a expansão celular favorecendo a formação e o

crescimento de raízes adventícias (MERCIER, 2008). Hartmann et al. (2002), destaca que a principal função da auxina é no estímulo a formação e crescimento de raízes.

Por outro lado, cladódios tratados com biofertilizantes foram os que apresentaram menores médias de comprimento de raiz, não diferindo estatisticamente dos tratamentos testemunha, citocinina e giberelina. Silva (2014), avaliando produtos oriundos de resíduo da indústria pesqueira na produção de mudas de pitáia *H. polyhizus* também encontraram resultados negativos em relação a testemunha para crescimento de raízes. No entanto, Boracin et al. (2016), testando o efeito do biofertilizante Vetor 1000® na concentração de 1ml L⁻¹ no enraizamento de *Saintpaulia ionantha*, encontrou que este biofertilizante, a base de peixe, induziu o desenvolvimento radicular e a formação de brotações desta espécie.

Tabela 6 - Médias de comprimento e da massa seca das raízes de *S. setaceus* em função dos cladódios submetidos a cinco diferentes tratamentos após 143 dias do plantio.

| Tratamentos | Comprimento de raiz (cm) | Massa seca (g) |
|-----------------|-----------------------------|-------------------|
| AUXINA | 41,17 a | 2,08 a |
| GIBERELINA | 37,33 ab | 1,02 b |
| CITOCININA | 37,00 ab | 1,27 b |
| TESTESMUNHA | 35,67 ab | 1,22 b |
| BIOFERTILIZANTE | 34,92 b | 1,32 b |

Fonte: Elaborado pelo autor.

Médias seguidas da mesma letra na coluna, não difere estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Mudas com sistema radicular pronunciado poderão tolerar melhor as adversidades bióticas e abióticas das condições de campo, aos quais as plantas estão expostas, contribuindo para o adequado estabelecimento da planta.

Ainda na Tabela 6, observa-se que o tratamento que propiciou maior acúmulo de matéria seca de raiz foi o com auxinas diferindo de todos os demais tratamentos, os quais não diferiram entre si. A aplicação de auxina exógena promove maior porcentagem, velocidade, qualidade e uniformidade de enraizamento (NORBERTO, 1999; WENDLING et al., 2000). Por outro lado, cladódios tratados com giberelina apresentaram médias de massa seca de raiz menor que as observadas nos demais tratamentos, entretanto, diferiu estatisticamente apenas daquela do tratamento com auxina. Há relatos na literatura sobre a interferência da giberelina no enraizamento de estacas, em concentrações relativamente altas esse hormônio inibe a formação da

raiz (KOCHBA et al., 1974; RIBEIRO et al., 2006). Como as concentrações de fitormônios variam de acordo com a região do caule, possivelmente, quantidades endógenas da giberelina podem ter influenciado na ação da mesma. No entanto, Santos et al. (2010), encontrou que, para maracujazeiros amarelos (*Passiflora edulis Sims*), pulverizações realizadas com GA₃ (78 e 92 mg L⁻¹), proporcionam aumentos significativos na massa seca de raízes.

Observa-se pela Tabela 7 que a região do cladódio influenciou na massa seca das raízes formadas. Quando se utilizou cladódios inteiros (40 cm) a massa seca de raiz foi superior ao observado para os cladódios segmentados. Todavia, embora as regiões basal, mediana e apical do cladódio utilizado como estaca tivessem o mesmo comprimento (10 cm), a região mediana proporcionou ganhos de matéria seca de raiz maior do que a região apical, não diferindo da região basal.

Tabela 7 - Médias da massa seca de raiz de *S. setaceus* em função das regiões (segmentos) de cladódios.

| Tratamentos | Médias (g) |
|-------------|------------|
| Inteira | 2,66 a |
| Meio | 1,17 b |
| Base | 1,03 bc |
| Ápice | 0,72 c |

Fonte: Elaborado pelo autor.

Médias seguidas da mesma letra, na coluna não difere estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Segundo Hartmann et al. (2002), o enraizamento geralmente difere com o tipo e região da estaca utilizada para a propagação vegetativa. O tamanho dos cladódios inteiros pode ter se constituído em uma vantagem em relação aos demais. Segundo Fachinello et al. (2005), reservas mais abundantes de carboidratos correlacionam-se com maiores porcentagens de enraizamento, pelo fato de que a formação celular requer esqueletos de carbono para biossíntese de novas biomoléculas e energia. Neste contexto, cladódios maiores apresentam capacidade de armazenamento de maiores quantidades de amido que servirão de substrato para a divisão celular. Os cladódios de *S. setaceus* armazenam, no parênquima fundamental do caule, grandes quantidades de amido em organelas denominadas de amiloplastos (Figura 2). Aguiar (2015), avaliou a formação de raízes em cladódios de pitaia *Cereus triangularis*, sob diferentes tamanhos de cladódios, e identificou que os cladódios maiores proporcionaram raízes com maior peso seco.

Figura 2 - Amiloplastos em cladódios de *S. setaceus*. Setas indicam amiloplastos (coloração violeta à preta) contendo amido no parênquima fundamental de cladódios de *S. setaceus*.

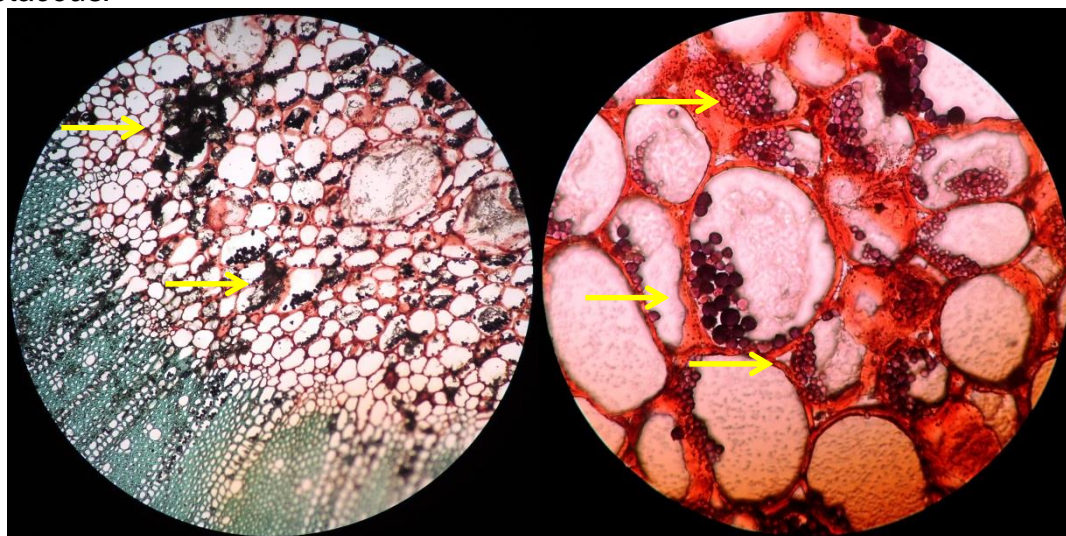


Foto: Lisandro Tomas da Silva Bonome.

4.2.3 Número de brotações

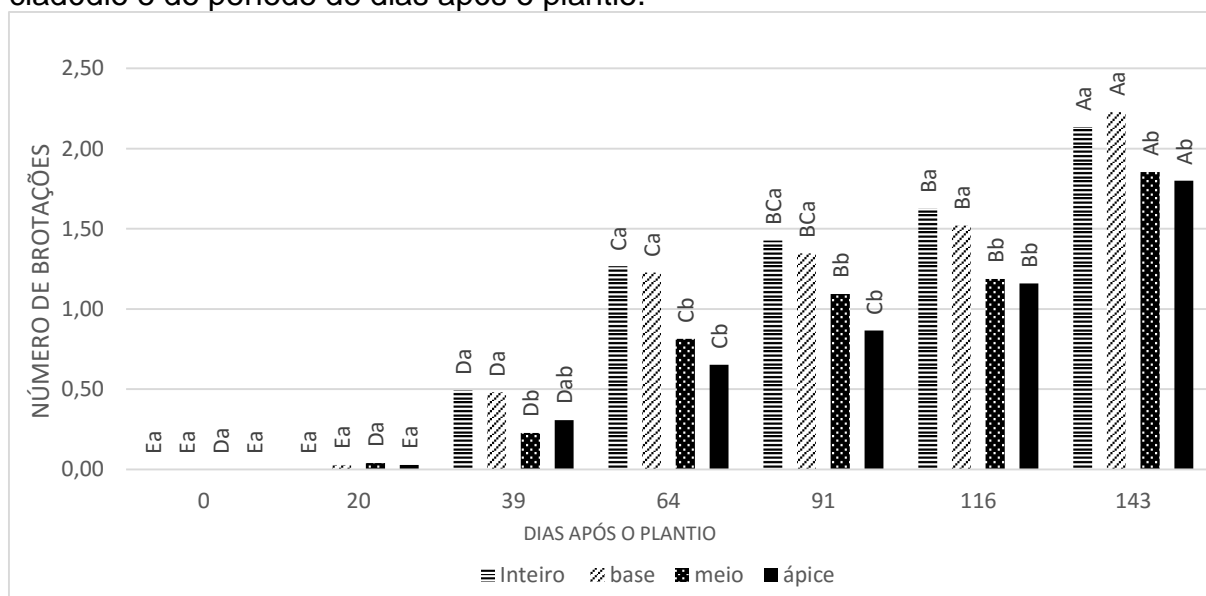
Pelo Gráfico 2 observa-se interação significativa entre os fatores região (segmento) de cladódio e dias após o plantio para a variável número de brotações. Durante os primeiros 20 dias (Gráfico 2) de implantação do experimento, não foi observada diferença significativa para o número de brotações formadas em relação às diferentes segmentações de cladódios avaliadas. Isso pode ser atribuído ao pequeno número de raízes neste período, restringindo água e nutrientes minerais para a parte aérea, prejudicando às divisões e expansões celulares essenciais para a formação de brotações. Além disso, deve-se considerar que nesta situação o sistema radicular torna-se o dreno mais forte da planta fazendo com que os fotoassimilados sejam direcionados preferencialmente para esta região.

A partir de 39 dias após a implantação do experimento, o tratamento com cladódio inteiro e o segmento da base apresentam maiores médias de número de brotações em comparação aos segmentos do meio e apical, embora de apical não tenha diferenciado estatisticamente. Este comportamento se estendeu até o final do experimento. O segmento de cladódio inteiro apresenta maior quantidade de reservas nutritivas, hidratos de carbono, hormônios e seus cofatores, consequentemente, obterá maior aporte para produzir quantidades superiores de brotações, do que as regiões segmentadas. Lima (2013), avaliando a taxa de enraizamento e de número de brotações de *Hylocereus undatus* em três diferentes tamanhos de cladódios,

verificou que as estacas maiores (com 9 gemas) proporcionaram maiores quantidades de brotações e desenvolvimento de mudas, e correlacionou o resultado com a grande quantidade de reservas nutritivas presentes nas estacas maiores.

Ressalta-se que o número de brotações é de fundamental importância para o produtor de mudas, pois cada brotação consiste numa potencial muda que carrega consigo todas as características da planta mãe.

Gráfico 2 - Média do número de brotações em função da região (segmento) do cladódio e do período de dias após o plantio.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Notas: Letras maiúsculas: comparam as médias de “número de brotações” de cada região de cladódio entre os períodos de avaliações (dias); letras minúsculas: comparam as médias de “número de brotações” de cada região de cladódio para cada período de avaliação (dia).

Aos 143 dias após o plantio dos cladódios embora não diferindo da região inteira, a segmentações da base emitiram maiores números de brotações. Possivelmente, a quebra da dominância apical liberou a emissão de brotações dessa segmentação em comparação com os cladódios inteiros e ápice (com dominância apical), e a reconstrução de tecidos meristemáticos novos na região do corte, podem ter favorecido à emissão de novas brotações.

As segmentações mediana e apical do cladódio foram as que formaram menor número de brotações, exceto aos 39 dias após o plantio. O baixo número de brotações emitidos pelo segmento apical pode estar correlacionado com os níveis hormonais do segmento do cladódio, especialmente, da auxina que é produzida principalmente nas regiões meristemáticas apicais de folhas jovens e caules do vegetal e tem como efeito

fisiológico na planta a dominância apical, a qual inibe a formação de novas brotações (LJUNG; BHALERAO; SANDBERG, 2001). Outra possibilidade é que por possuir menor espessura que as demais regiões as quantidades de carboidratos de reserva armazenados são menores, reduzindo a disponibilidade de esqueletos de carbono e de energia para a formação das novas brotações.

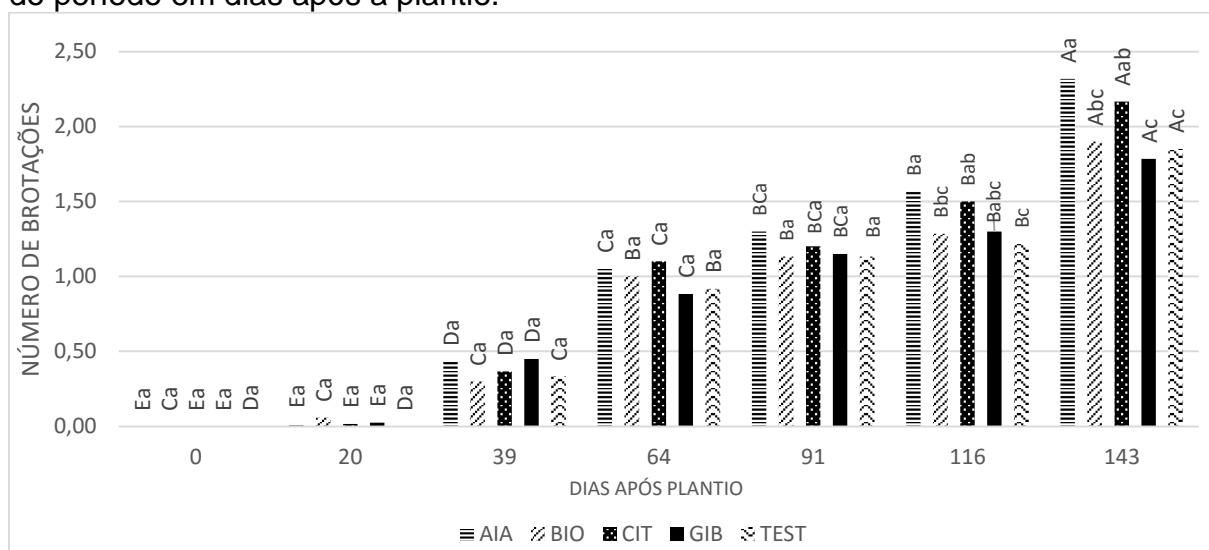
Já a região mediana pode ter produzido menores quantidades de brotações em relação ao cladódio inteiro e segmento basal em virtude de ter sofrido dois cortes, na extremidade apical e basal. Com isso, parte das reservas nutritivas do cladódio pode ter sido destinada para a cicatrização de suas extremidades.

No Gráfico 3 está apresentado o número de brotações formados em função dos tratamentos e dos dias após o plantio. Verifica-se que, até os 91 dias após o plantio não houve diferença estatística para número de brotações entre os tratamentos. Provavelmente, isto tenha ocorrido em função da partição de fotoassimilados para o estabelecimento do sistema radicular (dreno prioritário) em detrimento da parte aérea do cladódio. De acordo com Taiz e Zeiger (2013), os tecidos drenos competem pelos fotoassimilados translocados e o fator determinante do padrão de transporte é a força do dreno.

Nas duas últimas avaliações (116 e 143 dias após o plantio) os cladódios tratados com auxina e citocinina apresentaram as maiores emissões de brotações, não diferindo estatisticamente entre si, embora a citocinina não tenha diferenciado do biofertilizante. As citocininas são amplamente conhecidas como estimuladoras da liberação de gemas caulinares (PILLARY; RAILTON, 1983). A formação das brotações está relacionada com a capacidade dos tecidos vegetais sofrerem rápidas divisões celulares, liberando as gemas da dominância apical (BOTIN; CARVALHO, 2015). Já a formação de maior número de brotações para o tratamento com auxina pode ser atribuída ao sistema radicular mais desenvolvido desse tratamento (Tabelas 6 e 8), aumentando o aproveitamento de nutrientes minerais e água.

Os cladódios tratados com biofertilizante e giberelina não diferiram daqueles sem tratamento (Gráfico 3). Segundo Higashi et al. (2002), as giberelinas estão mais frequentemente associadas à promoção de crescimento da parte aérea e sua aplicação pode promover aumentos na altura das plantas.

Gráfico 3 – Média do número de brotações formadas em função dos tratamentos e do período em dias após a plantio.



Fonte: Elaborado pelo autor.

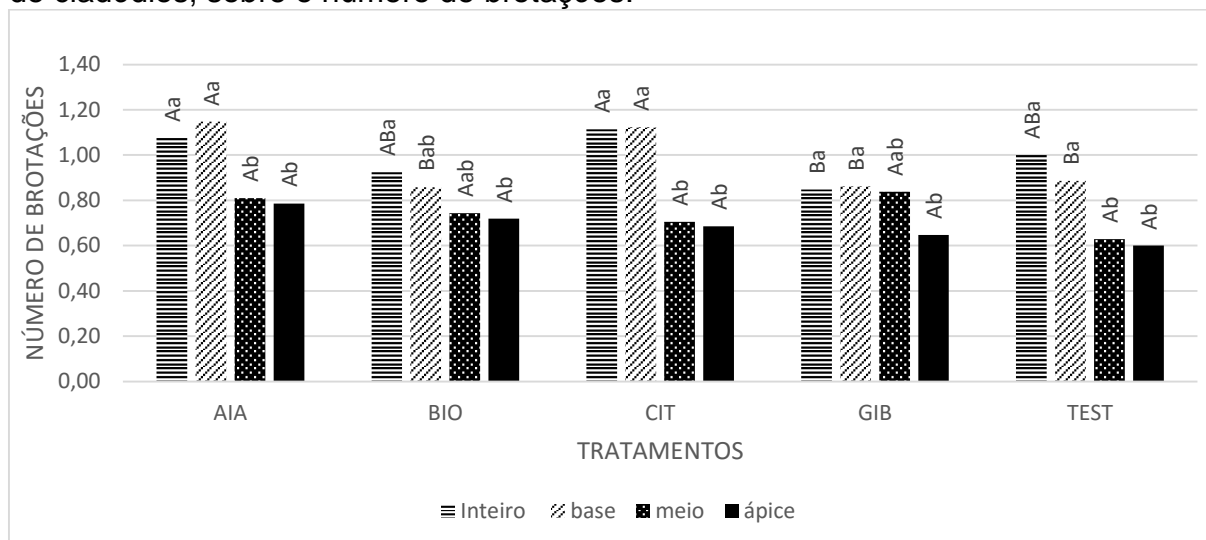
Notas: Letras maiúsculas: comparam as médias de “número de brotações” de cada região de cladódio entre os períodos de avaliações (dias); letras minúsculas: comparam as médias de “número de brotações” de cada região de cladódio para cada período de avaliação (dia).

A análise de variância demonstrou interação entre os tratamentos e as regiões de cladódios (Gráfico 4). No geral observa-se que cladódios inteiros e da região basal, independentemente do tratamento, foram os que apresentaram maior número de brotações. Por outro lado, a região apical foi onde se observou o menor número.

Com relação aos tratamentos cladódios inteiros e do segmento basal os reguladores de crescimento auxina e citocinina favoreceram o aumento de número de brotações. Todavia nos segmentos apical e mediano não foi verificada diferença estatística entre os tratamentos (gráfico 4).

A explicação para um maior número de brotações nos tratamentos com auxina e citocinina, pode, no primeiro caso, ser atribuída ao sistema radicular melhor desenvolvido neste tratamento, favorecendo a absorção de água e nutrientes minerais. No segundo, deve-se a capacidade das citocininas de modificar a dominância apical e promoverem o crescimento de gemas laterais (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Gráfico 4 - Representação gráfica da interação entre tratamento e região (segmento) de cladódios, sobre o número de brotações.



Fonte: Elaborado pelo autor.

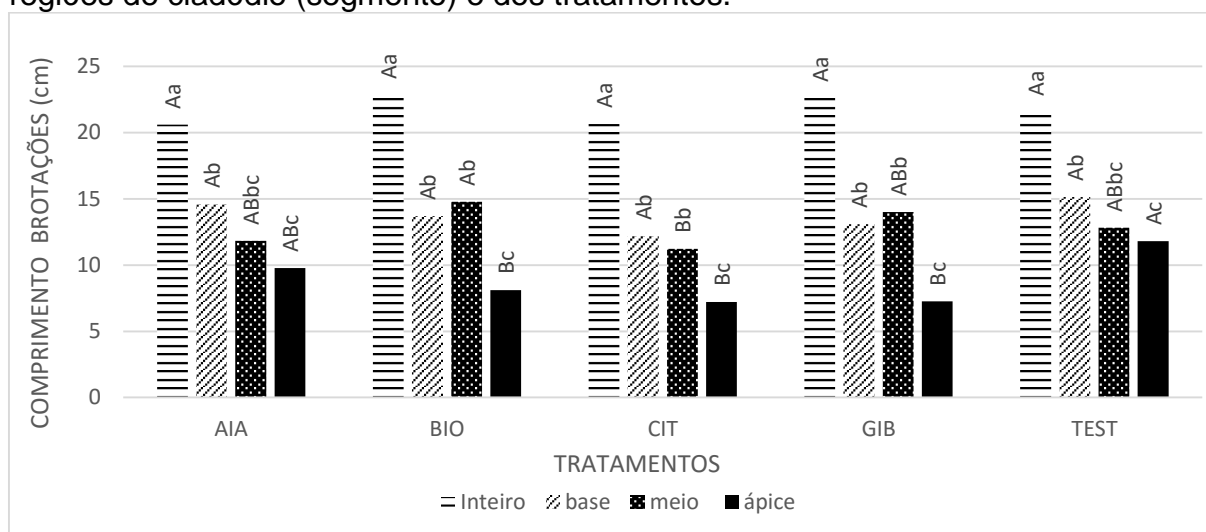
Notas: Letras maiúsculas: comparam as médias de “número de brotações” entre cada região para todos os tratamentos; letras minúsculas: comparam as médias de “Número de brotações” entre as regiões por tratamento.

4.2.4 Comprimento de brotações

Para a variável comprimento de brotações, houve a interação entre os segmentos de cladódios e tratamentos. Observa-se pelo Gráfico 5 que maiores comprimentos de brotações foram obtidos em cladódios inteiro seguido por cladódios do segmento basal e mediano, os quais não diferiram entre si, e por último o apical. Estes resultados corroboram com Almeida et al. (2014), e Lima (2013), onde demonstram que estacas maiores, por apresentarem maiores quantidades de reservas, resultam, conseqüentemente, em brotações com maiores comprimentos.

Observa-se que os tratamentos não influenciaram no comprimento de brotações formados (Gráfico 5), independentemente do tamanho e do segmento de cladódio utilizado para o plantio, exceção feita para cladódio do segmento apical tratado com biofertilizante, citocinina e giberelina e cladódio do segmento mediano tratado com citocinina que apresentaram menores médias de comprimento de brotações em relação aos demais tratamentos.

Gráfico 5 - Média de comprimento das brotações em função da interação entre as regiões de cladódio (segmento) e dos tratamentos.



Fonte: Elaborado pelo autor.

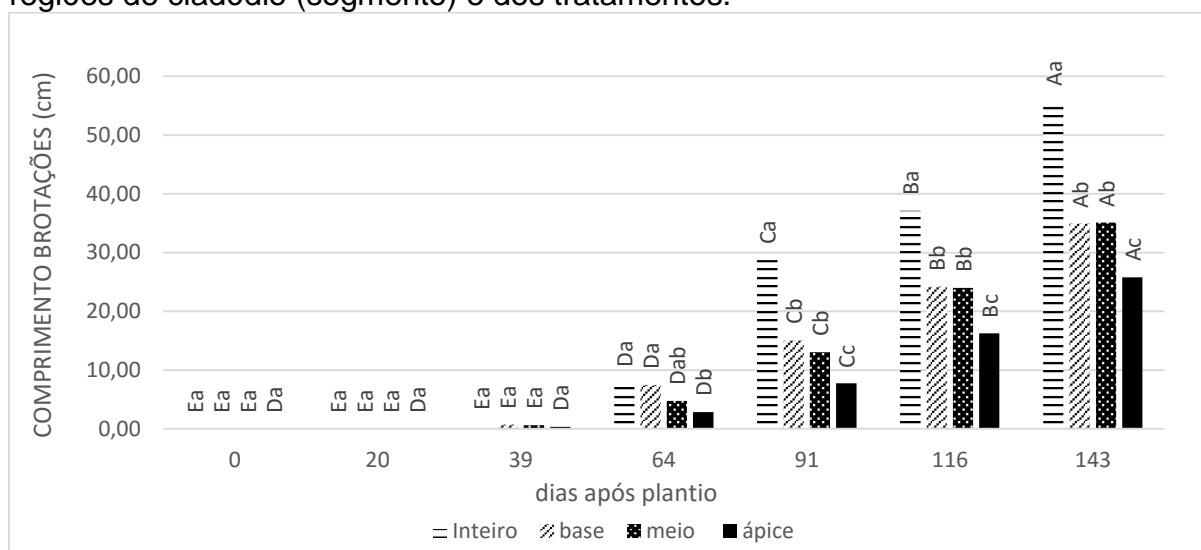
Notas: Letras maiúsculas: comparam as médias de “comprimento de brotações” entre cada região para todos os tratamentos; letras minúsculas: comparam as médias de “comprimento de brotações” entre cada região por tratamento.

O Gráfico 6 apresenta os dados de comprimento de brotações formadas em função do segmento de cladódio e dias após o plantio. Observa-se que até o 39º dia as médias dos comprimentos das brotações não diferiram estatisticamente entre si independentemente do tamanho e do segmento de cladódio utilizado para o plantio. Aos 64 dias após o plantio menor comprimento de brotações foi observada para segmento de cladódio apical quando comparada as demais regiões utilizadas para o plantio.

Nas três últimas avaliações, 91, 116 e 143 dias após o plantio, o cladódio inteiro se destacou com o maior comprimento de brotações diferenciando-se estatisticamente das demais. A disponibilidade de carboidratos é fator limitante de sobrevivência dos cladódios, pois apresentam a principal fonte de energia assimilável para a manutenção de suas atividades metabólicas (VEIERSKOV, 1988). Estacas maiores apresentam abundância de reservas, possibilitando maiores sínteses de carboidratos e, consequentemente, contribuindo para um crescimento vigoroso, pois apresentam alta disponibilidade de energia e carbono estrutural para a formação de novos tecidos.

Os segmentos basal e mediano não diferiram estatisticamente entre si quanto ao comprimento das brotações, sendo estes maiores do que o observado no segmento apical.

Gráfico 6 - Média de comprimentos das brotações em função da interação entre as regiões de cladódio (segmento) e dos tratamentos.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Notas: Letras maiúsculas: comparam as médias de “comprimento das brotações” de cada região de cladódio entre os períodos de avaliações (dias); letras minúsculas: comparam as médias de “comprimento de brotações” de cada região de cladódio para cada período de avaliação (dia).

4.2.5 Largura dos cladódios

Pela Tabela 9 observa-se que o segmento de cladódio apical apresentou menor média de largura em comparação aos demais segmentos e ao cladódio inteiro. Este resultado era esperado, visto que, os cladódios apresentam um afinamento conforme se aproxima da extremidade apical. É provável que esta seja a explicação para cladódios deste segmento apresentarem menores número de brotações e comprimento de brotações (Gráficos 2, 4, 5 e 6). Por possuir menor massa, apresentam reduzida estrutura celular para armazenamento de reservas orgânicas.

Tabela 8 – Média da largura dos cladódios de *S. setaceus* em função de diferentes segmentos de cladódios.

| Segmentos de cladódios | Largura (cm) |
|------------------------|--------------|
| Inteira | 4,22 a |
| Meio | 4,04 a |
| Base | 4,81 a |
| Ápice | 3,16 b |

Fonte: Elaborado pelo autor.

Médias seguidas da mesma letra, na coluna não difere estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

5 CONCLUSÕES

Independentemente da espécie, a temperatura para melhor desempenho fisiológico das sementes de pitaiá é 25°C, seguido de 30°C. Por outro lado, a temperatura mais desfavorável é de 35°C.

A espécie *Selenicereus setaceus* apresenta maior porcentagem de germinação e vigor em todas as temperaturas avaliadas.

Todas as espécies avaliadas são fotoblásticas positivas.

Os cladódios tratados com auxina apresentam maiores médias de comprimento de raiz e matéria seca, enquanto que, aqueles tratados com biofertilizantes menores.

A massa seca de raiz de cladódios inteiros é superior ao observado para cladódios de 10 cm.

A partir de 39 dias após a implantação do experimento, os tratamentos com cladódio inteiro e região basal apresentam maiores médias de número de brotações em comparação as regiões mediana e apical.

Os tratamentos com auxina e citocinina promovem maior número de brotações nos cladódios. O maior comprimento de brotações é observado para o tratamento com cladódios inteiros.

6 REFERENCIAS

ALBUQUERQUE, T. C. S; ALBUQUERQUE, J. A. S. Influência do tipo de estaca e de alguns reguladores de crescimento no enraizamento e desenvolvimento de estacas de figueira (*Ficus carica* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 6., 1981, Recife. **Anais...** Recife: UFPE, 1981.

ALCANTARA, G. B. et al. Multiplicação, alongamento e enraizamento de brotações in vitro de clones de cana-de-açúcar submetidos a diferentes concentrações de 6-benzilaminopurina e ácido giberélico. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 5, n. 1, 2014.

ALMEIDA, Adriana Queiroz. **Ação de estimulante vegetal e giberelina no crescimento, desenvolvimento e produção de *Nicotiana tabacum* L.** 2008. 85f. Dissertação (Ciências Agrárias) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2008.

ALMEIDA, E. I. B. et al. Comprimento de estacas e concentrações de ácido indolbutírico (AIB) na propagação vegetativa de pitaia. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 45, n. 4, p. 788-793, 2014.

ALTIERI, M. **Agroecologia: A dinâmica produtiva da agricultura sustentável.** ed. da Universidade UFRGS. Porto Alegre, p. 60-61, 2000.

ANDRADE, R. A. D. et al. Influência da fonte de material e do tempo de cura na propagação vegetativa da pitaya vermelha (*Hylocereus undatus* Haw). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 1, p. 183-186, 2007.

ANDRADE, R. A. et al. Germinação de pitaya em diferentes substratos. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.21, n.1, p.71-75, 2008.

ASERI, G.K et al. Biofertilizers improve plant growth, fruit yield, nutrition, metabolism and rhizosphere enzyme activities of Pomegranate (*Punica granatum* L.) in Indian Thar Desert. **Scientia Horticulturae**, v.117, n.2, p.130–135, 2008.

AUGUSTO, C. S. S; BIASI, L. A; TELLES, C. A. Enraizamento e aclimação de plantas micropropagadas de amoreira-preta cv. Brazos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 3, p. 473-476, 2006.

BARBEAU, G. La pitahaya rouge, un nouveau fruit exotique. **Fruits**, v. 45, n. 2, p. 141-147, 1990.

BARTHLOTT, W. HUNT, D. R. Cactaceae. In: Kubitzki, K. **The families and genera of vascular plants.** Springer Berlin Heidelberg, 1993. p. 161-197.

BASTOS, D. C. et al. Propagação da pitaya ‘vermelha’ por estaquia. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 6, p. 1106-1109, 2006.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds**. In: Physiology of development and germination. New York: Plenum Press, 1994. 445 p.

BORACIN, M. A.; KOZUSNY-ANDREANI, D. I.; JUNIOR, R. A. Efeito de bactérias rizosféricas e fertilizantes no enraizamento de violeta africana. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, Três Corações, v. 14, n. 1, p. 366-375, 2016.

BORGES, E.E.L.; RENA, A.B. Germinação de sementes. In: AGUIAR, I.B.de; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M. & FIGLIOLIA, M.B. (coord.). **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. cap.3, p.83-135.

BORTHWICK, H. A. et al. A reversible photoreaction controlling seed germination. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, Beltsville, v. 38, n. 8, p. 662-666, 1952.

BOTIN, A.A.; DE CARVALHO, A. Reguladores de crescimento na produção de mudas florestais. **Revista de Ciências Agroambientais**, Alta Floresta, MT, v.13, n.1, p.83-96, 2015.

BOYLE, T. H. Modification of Plant Architecture inCrimson Giant'Easter Cactus with Benzyladenine. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 117, n. 4, p. 584-589, 1992.

BRASIL. Decreto-Lei nº 4.954 de 14 de janeiro de 2004. Aprova o Regulamento da Lei no 6.894, de 16 de dezembro de 1980, que dispõe sobre a inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes ou biofertilizantes destinados à agricultura, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, v. 141, n.10, 2004.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ ACS, 2009. 399p.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Agrário. Assistência Técnica e Extensão Rural aos Agricultores Familiares. **Biofertilizantes**: Programa de Fortalecimento da Viticultura Familiar da Serra Gaúcha. Ago 2012.

CARVALHO, Nelson Moreira de; NAKAGAWA, João. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5.ed. FUNEP, Jaboticabal, 2012. 590 p.

CAVALCANTE, I. H. L. **Pitaya**: Propagação e Crescimento de Plantas. 2008. 102f. Tese (Doutorado Agronomia). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2008.

DEMUNER, V. G. et al. Influência da luz e da temperatura na germinação de sementes de *Erythrina verna* (Leguminosae, Papilionoideae). **Boletim do Museu de Biologia Professor Mello Leitão**, p. 101-110, 2008.

DIAS, J. P.T. et al. Bioestimulante e substratos na propagação de amoreira-preta. **Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas**, Chapadinha, v. 6, n. 3, 2013.

DONADIO, L. C. Pitaya, **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jabuticabal, v. 31, n.3, set, p.637-979, 2009.

DOUSSEAU, S. et al. Germinação de sementes de tanchagem (*Plantago tomentosa* Lam.): influência da temperatura, luz e substrato. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 2, p. 438-443, 2008.

FACHINELLO, J. C; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. Propagação vegetativa por estaquia. In: FACHINELLO, J.C. **Propagação de Plantas Frutíferas**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p. 69-109.

FACHINELLO, José Carlos et al. **Propagação de plantas frutíferas de clima temperado**, Pelotas, Revista Brasileira de Agrociência, v.1, n.1, 1995.

FAGUNDES, Miriã Cristina Pereira. et al. Comprimento de cladódio e dominância apical na produção de mudas de pitaiá. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 22., 2012, Bento Gonçalves. **Anais...** Bento Gonçalves: 2012.

FEIDEN, Alberto. Agroecologia: introdução e conceitos. In: **Agroecologia: princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, p. 51-70, 2005.

FERREIRA, B. G. A. et al. Metodologias de aplicação de AIB no enraizamento de estacas semilenhosas de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, Botucatu, v. 11, n. 2, p. 196-201, 2009.

FINCH-SAVAGE, W. E.; LEUBNER-METZGER, G. Seed dormancy and the control of germination. **New Phytologist**, Lancaster, v. 171, p. 501-523, 2006

FONSECA, C. A; CRUZ, H. N. P; GUERRERO, C. R. A. Efeito da adubação nitrogenada na produção de mudas de sete-casas (*Samanea inopinata* (Harms) Ducke). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 4, p. 537-546, 2006.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS- FAO. **Agroecologia cultivo e usos da palma forrageira Estudo da FAO em proteção e produção vegetal**. Paraíba: SEBRAE/PB, p. 132-216, 2001.

GALSTON, A. W. et al. **Mecanismos de controle no desenvolvimento vegetal**. 2.ed. São Paulo. Universidade de São Paulo, 1972. 171p.

GALVÃO, Sara Fernandes; ALEIXO, Leandro Aguilar; DOS SANTOS, Débora Leonardo. Efeito da qualidade de luz e temperatura na germinação de sementes de *Hylocereus undatus* Britton & Rose (Cactaceae). In: BOLETÍN DE LA SOCIEDAD LATINOAMERICANA Y DEL CARIBE DE CACTÁCEAS Y OTRAS SUCULENTAS, n.10, 2013. Caribe. **Anais...** Caribe, 2013.

GONZÁLEZ HERNÁNDEZ, Obdulia. **Germinación y longevidad de semillas de genotipos de Pitahaya (*Hylocereus* spp) y Pitahaya (*Stenocereus* spp).** 2013. 94f. Dissertação (Mestrado em Ciências). Colegio de postgraduados – Institucion de enseñansa e investigacion en ciências agrícolas, Montecillo, 2013.

GUERRA, Miguel Pedro; RODRIGUES, Maria Aurineide. Giberelinas. In: KERBAUY, Gilberto Barbante. **Fisiologia vegetal**. 2. ed. Rio de Janeiro, RJ: Guanabara Koogan, 2008. 431 p.

GUIMARÃES, Renato Mendes. **Tolerância à dessecação e condicionamento fisiológico em sementes de cafeeiro (*Coffea arabica* L.).** 2000. 180f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2000.

GUNASENA, H. P. M.; PUSHPAKUMARA, D.K.N.G; KARIYAWASAM, M. Dragon Fruit-Hylocereus undatus (Haw.) Britton and Rose In: **Field Manual for Extension Workers**. Sri Lanka Council for Agricultural Policy, Wijerama Mawatha, Cap. 4, 2006. p. 111-138.

GRARCEZ, D.; ROSA, L.F.S. Sistemas agroflorestais e as alternativas para a fruticultura Rio-Grandense. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.2, n.1, p.471-473, fev. 2007.

HARTMANN, Hudson T. Kester; Dale E. Marino Ambrosio; Dale E. Kester. **Propagación de Plantas**. Principios y prácticas, 3. ed. México: Continental, 1982. 814 p.

HARTMANN, Hudson T. et al. **Plant propagation: principles e practices**. 7. ed. New Jersey: Prentice Hall, 2002. 880 p.

HIGASHI, E. N. et al. Ação fisiológica de hormônios vegetais nas condições hídricas, metabolismo e nutrição mineral. In: **Introdução à fisiología do desenvolvimento vegetal** In: CASTRO, P.R.C, SENA, J.O.A; KRUGE, R.A. Introdução à fisiología do desenvolvimento vegetal. Eduem, Maringa, p. 139-158, 2002.

HEINS, R. D.; ARMITAGE, A. M.; CARLSON, W. H. Influence of temperature, water stress and BA on vegetative and reproductive growth of *Schlumbergera truncata*. **HortScience**, 1981.

HERNÁNDEZ, Y. **Hacia el conocimiento y la conservación de la pitahaya**. Oaxaca, Ipn-Sibej-Conacyt-Fmcn. 124p, 2000.

HESSEN, A. J; TELLEZ, A. La pitahaia se abre passo! Cultivo exótico com pontecial para exportación para las regiones tropicales de la America Latina. **Agricultura de lás Américas**. Março-Abril p. 6-10, 1995.

HURTADO, M.D.V; MERINO, M.M.E. **Cultivo de tejidos Vegetales**. Editorial Trillas, México. 1991.

JUNQUEIRA, K. P. et al. Informações preliminares sobre uma espécie de pitaya do Cerrado. Planaltina, Embrapa Cerrados. 18p. **Boletim técnico**, v. 62, 2002.

KANNER, J; HAREL, S; GRANIT, R. Betalains a new class of dietary cationized antioxidants. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 49, n. 11, p. 5178-5185, 2001.

KOCHBA, J. et al. Stimulation of rooting of citrus embryoids by gibberellic acids and adenine sulphate. **Annals of Botany**, Oxford, v.38, n. 157 p.795-802, 1974.

KRAMER, P. J.; KOZLOWSKI, T. T. **Fisiologia das árvores**. Fundação Calouste Gulbenkian, 1972.

KRZYŻANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D; FRANÇA-NETO, J.B.(eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. cap.7, p.1-4.

LABOURIAU, L.G. **A germinação das sementes**. Washington: Secretaria da OEA, 1983. 173p.

LE BELLEC, Fabrice; VAILLANT, Fabrice; IMBERT, Eric. Pitahaya (*Hylocereus* spp.): a new fruit crop, a market with a future. **Fruits**, v. 61, n. 4, p. 237-250, 2006.

LEITE, V. M; ROSOLEM, C. A; RODRIGUES, J. D. Gibberellin and cytokinin effects on soybean growth. **Scientia Agricola**, v. 60, n. 3, p. 537-541, 2003.

LEMES, E. Q.; LOPES, J. C. Temperaturas cardinais para germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de paineira. **Scientia Forestalis**, v.40, n.94, p.179-186, 2012.

LI, Fuwei et al. Preparative isolation and purification of capsaicinoids from *Capsicum frutescens* using high-speed counter-current chromatography. **Separation and Purification Technology**, v. 64, n. 3, p. 304-308, 2009.

LIEVENS, Sam et al. Gibberellins are involved in nodulation of *Sesbania rostrata*. **Plant Physiology**, Rockville, v.139, n.4, p.1366-1379, 2005.

LJUNG, K; BHALERAO, R. P; SANDBERG, G. Sites and homeostatic control of auxin biosynthesis in *Arabidopsis* during vegetative growth. **The Plant Journal**, v. 28, n. 4, p. 465-474, 2001.

LIMA, Cristiane Andréa. **Caracterização, propagação e melhoramento genético de pitaya comercial e nativa do cerrado**. 2013. 140f. Tese (Doutorado Agronomia). UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, Brasília, 2013.

LONE, A. B. et al. Temperatura na germinação de sementes de genótipos de pitaya. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 4, p. 2251-2258, 2014.

LONE, A.B. et al. Germinação de *Melocactus bahiensis* (cactaceae) em diferentes substratos e temperaturas. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.8, n.4, p.365-369, 2007.

MACLEOD, A. M.; MILLAR, A. S. Effects of gibberellic acid on barley endosperm. **Journal of the Institute of Brewing**, v. 68, n. 4, p. 322-332, 1962.

MAJEROWICZ N; PERES LEP. Fotomorfogênese em plantas. In: KERBAUY GB. **Fisiologia Vegetal**. 2.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A., 2008. 431p.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005. 495p.

MARQUES, V. B. et al. Tamanho de cladódios na produção de mudas de pitaia vermelha. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 4, p. 50-54, out.-dez., 2011.

MARQUES, V. B. et al. Porções de cladódios e substratos na produção de mudas de pitaia vermelha. **Revista Agrarian**, Dourados, v.5, n.17, p.193-197, 2012.

MARTIN, A. Los marcadores genéticos en la Mejora Vegetal. In: NUEZ, F.; CARRILO, J. M.; LOZANO, R. (Eds). In: **Genómica y Mejora Vegetal**. Consejería de Agricultura y Pesca, Sevilla: Mundi-Prensa. pp.37-64, 2002.

MAYER, A. M.; POLJAKOFF-MAYBER, A. Dormancy, germination inhibition and stimulation. In: **The Germination of Seeds** (4th edn), Pergamon Press, St Paul, Minnesota, p. 71-173, 1989.

MEIADO, M. V. et al. Seed germination responses of *Cereus jamacaru* DC. ssp. *jamacaru* (Cactaceae) to environmental factors. **Plant Species Biology**, v. 25, n. 2, p. 120-128, 2010.

MELLO, F. R. **Avaliação das características físico-químicas e atividade antioxidante da Pitaya e determinação do potencial do mesocarpo como corante natural para alimentos**. 2014. 101f. Tese (Doutorado Eng. Alimentos). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

MERCIER, H. Auxinas In: KERBAUY, Gilberto Barbante. **Fisiologia vegetal**. 2. ed. Rio de Janeiro, RJ: Guanabara Koogan, 2008. 431 p.

MIZRAHI, Y. A.; NERD, A.; NOBEL, P. S. **Cacti as crops. Horticultural Review**. New York, v. 18, n. 1, p. 291-320, 1997.

MOK, M. C. Cytokinins and plant development. In: MOK, David W.S; MOK, Machteld. C (Crc) **Cytokinins: chemistry, activity, and function**. Boca Raton, p. 155-166, 1994.

MONDO, V. H. V. et al. Efeitos da luz e temperatura na germinação de sementes de quatro espécies de plantas daninhas do gênero *Digitaria*. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 1, p. 131-137, 2010.

MORALES RUBIO, Maria Eufemia. **Inducción de germinación, crecimiento de plántula y cultivo in vitro de pitahaya *Hylocereus undatus* (Haworth) Britton and Rose**. 2000. 67f. Tesis (Mestrado en Botanica). Universidad Autónoma de Nuevo León. San Nicolas De Los Garza, 2000.

MORENO, H. et al. Propagación asexual de uchuva (*Physalis peruviana* L.) em diferentes sustratos y a distintos niveles de auxina. **Agronomía Colombiana**, Bogotá, v.27, n.3, p.341-348, 2009.

MOURA, L.C. et al. Micropropagação de Sucupira-preta por meio de gemas axilares. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.47, n.12, p.1691-1698, 2012.

NAGY, F; SCHÄFER, E. Phytochromes control photomorphogenesis by differentially regulated, interacting signaling pathways in higher plants. **Review of Plant Biology**, v. 53, n. 1, p. 329-355, 2002.

NETO, F. B. et al. Assessment of agroeconomic indices in polycultures of lettuce, rocket and carrot through uni-and multivariate approaches in semi-arid Brazil. **Ecological Indicators**, v. 14, n. 1, p. 11-17, 2012.

NOBEL, P. S. **Environmental biology of agaves and cacti**. New York: Cambridge University Press, 1988. 270 p.

NOBEL, P.S; DE LA BARRERA, E. Stem water relations and wet CO₂ uptake for a hemiepiphytic cactus during short term drought. **Environmental and Experimental Botany**, v.48, n.2 p.129-137.2002.

NORBERTO, P. M. **Efeitos da época de poda, cianamida hidrogenada, irrigação e ácido indolbutírico na colheita antecipada e enraizamento de estacas de figueira (*Ficus carica* L.)**. 1999. 89f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1999.

NORBERTO, P. M. et al. Efeito da época de estaquia e do AIB no enraizamento de estacas de figueira (*Ficus carica* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 25, n. 3, p. 533-541, 2001.

NUNES, E. N. et al. Pitaia (*Hylocereus* sp.): uma revisão para o Brasil. **Gaia Scientia**, Areia, v. 8, n.1, p. 90-98. 2014.

NYFFELER, R. Phylogenetic relationship in the cactus family (Cactaceae) based on evidence from trnK/matK and trnL-trnF sequences. **American Journal of Botany**. v. 89, n.2, p. 312-326. 2002.

ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D.; PINHO, S. Z. Ação de auxinas e/ou boro, no processo de formação de raízes em estacas de café (*Coffea arabica* L. CV. "Mundo Novo"). **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, v. 37, n. 1, p. 157-166, 1994.

ORTIZ, T. A. et al. Tests for evaluating the physiological quality of pitaya seeds. **Semina: Ciências Agrárias**. Londrina, v. 36, n. 6, p. 4047-4058, 2015.

PAIVA, H.N.; GOMES, J.M. **Propagação vegetativa de espécies florestais**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1993. 46p.

PENTEADO, S.R. **Introdução à agricultura orgânica** - Normas e técnicas de cultivo. Campinas: Grafimagem, 2000.

PERES, L. E. P.; KERBAUY, G. B. Citocininas. **Fisiologia vegetal**, p. 250-278, 2004.

PILLAY, I; RAILTON, I. D. Complete release of axillary buds from apical dominance in intact, light-grown seedlings of *Pisum sativum* L. following a single application of cytokinin. **Plant physiology**, v. 71, n. 4, p. 972-974, 1983.

PROBERT, R.J; SMITH, R.D; BIRCH, P. Germinations responses to light and alternating temperature in European populations of *Dactylis glomerata*. Variability in relation to origin. **New Phytologist**, v.99, p. 305-316, 1985.

RAVEH, E. et al. Pitayas (genus *Hylocereus*): a new fruit crop for the Negev Desert of Israel. In: JANICK, J.; SIMON, J.E. (Eds.). **New Crops**. New York: Wiley. 1993. p. 491-495.

RIBEIRO, M.N.O. et al. Efeitos do AIB e GA3 na micropropagação de *Zantedeschia aethiopica*. **Ceres**, Viçosa, v.53, n.309, p.568-573, 2006.

RILKEY, G.J.P. Effects of high temperature on protein synthesis during germination of maize (*Zea mays* L.). **Planta**, v. 151, n. 1, p. 75-80, 1981.

RODRIGUES, T. de J.D; LEITE, I. C. **Fisiologia vegetal: hormônios das plantas**. Jaboticabal: Funep, v. 78, 2004.

ROJAS-ARÉCHIGA, M. VÁZQUEZ-YANES, Carlos. Cactus seed germination: a review. **Journal of Arid Environments**, v. 44, n. 1, p. 85-104, 2000.

SALOMAO, A. N; DA EIRA, M. T. S; DA CUNHA, R. The Effect of Temperature on Seed Germination of Four *Dalbergia nigra* Fr. Allem. Leguminosae Trees. **Revista Árvore**, v. 9, N.4, p. 588-594, 1996.

SANDERSON, K. C. et al. Effect of photoperiod and growth regulators on growth of three Cactaceae. **HortScience**, v. 21, n. 6, p. 1381-1382, 1986.

SANTOS, A.C.V. dos. **Biofertilizante líquido, o defensivo da natureza**. Niterói: Emater-Rio, 1992.

SANTOS, C. A. C. et al. Crescimento inicial de plantas de maracujazeiro amarelo submetidas à giberelina. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v. 1, n. 1, p. 29, 2010.

SANTOS, C. M. G. et al. Substratos e regulador vegetal no enraizamento de estacas de pitaya. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 4, p. 625-629, 2010.

SCALON, S. P. Q. et al. Germinação e crescimento inicial da muda de orelha-de-macaco (*Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong.): efeito de tratamentos químicos e luminosidade. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 4, p.529-536, 2006.

SHUKLA, A.; FAROOQI, AH Abad. Utilization of plant growth regulators in aromatic plant production. **Curr Res Med Arom Plants**, v. 12, p. 152-157, 1990.

SILVA, Adriana de Castro Correia da. Pitaya: **melhoramento e produção de mudas**. 2014. Tese (Doutorado) UNESP- UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

SIMÃO, E.; SOCOLOWSKI, F.; TAKAKI, M. The Epiphytic Cactaceae *Hylocereus setaceus*. In: RALF, Bauer. Seed Germination is Controlled by Light and Temperature. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v.50, n.4, p.655-662, Julho 2007.

SIMÃO, S. **Tratado de fruticultura. Piracicaba**: FEALQ, 1998. p. 760.

STINTZING, F. C.; SCHIEBER, A; CARLE, R. Betacyanins in fruits from red-purple pitaya, *Hylocereus polyrhizus* (Weber) Britton & Rose. **Food Chemistry**, v. 77, n. 1, p. 101-106, 2002.

SUÁREZ ROMÁN, R. S. et al. **Evaluación de métodos de propagación en pitahaya amarilla *Selenicereus megalanthus* (Haw.) Britt and Rose y pitahaya roja *Hylocereus polyrhizus* (Haw.) Britt and Rose**. 2011, 280 f. Tese de Doutorado. Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira.

TAIZ, L; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre, RS: Artmed, p. 918, 2013

TAKAKI, M. New proposal of classification of seeds based on forms of phytochrome instead of photoblastism. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Brasília, v.13, p.103-107, março 2001.

TANAKA, M. T. et al. Efeito da aplicação foliar de biofertilizantes, bioestimulantes e micronutrientes na cultura do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill): **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 25, n. 2, p. 315-321, 2008.

TOGNON, G.B; PETRY, C. Estaquia de *Ipomoea cairica* (L.) Sweet. **Revista Brasileira de Plantas Medicinias**, Botucatu, v. 14, n. 3, p. 470-475, março 2012.

VALLEJO-CABRERA. F. A.; ESTRADA-SALAZAR, I. E. Mejoramiento genetico de plantas. **Universidad Nacional de Colombia**. p.71-72. ISBN: 958-8095-11-5. 2002.

VÁZQUEZ-YANES, C.; OROZCO-SEGOVIA, A. Ecological significance of light controlled seed germination in two contrasting tropical habitats. **Oecologia**, v. 83, n. 2, p. 171-175, janeiro 1990.

VEIERSKOV, B. Relations between carbohydrates and adventitious root formation. **Advances in plant sciences series (USA)**, 1988.

VIEIRA, E. L.; CASTRO, P. R. C. Ação de Stimulate no desenvolvimento inicial de plantas de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.). **Piracicaba: USP, Departamento de Ciências Biológicas**, 3 p, 2002.

VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M.; SADER, R. Testes de vigor e suas possibilidades de uso. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. (Ed.) **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, p164, 1994.

WALLACE, R. S.; GIBSON, A. C. Evolution and systematic. In: NOBEL, Park S. **Cacti: biology and uses**. Berkeley and Los Angeles, 2002, p. 1-21.

WATANABE, H. S.; OLIVEIRA, S. L. de. Comercialização de frutas exóticas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 1, p. 23-38, março 2014.

WENDLING, I. et al. Efeito do regulador de crescimento AIB na propagação de clones de *Eucalyptus* spp. por miniestaquia. **Revista Árvore**, v. 24, n. 2, p. 187-192, 2000.

WU, L.C. et al. Antioxidant and antiproliferative activities of red pitaya. **Food Chemistry** v. 95, p. 319–327, março 2006.

ZAMITH, L. R.; CRUZ, D. D.; RICHERS, B. T.T. The effect of temperature on the germination of *Melocactus violaceus* Pfeiff. (Cactaceae), a threatened species in restinga sandy coastal plain of Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 85, n. 2, p. 615-622, 2013.

ZEE, F; YEN, C-R.; NISHINA, M. Pitaya (Dragon Fruit, Strawberry Pear). **Fruits and Nuts**, Hawai, n.9, p. 1-3, 2004.

ZIMMERMAN, P. W.; HITCHCOCK, A. E. Substituted phenoxy and benzoic acid growth substances and the relation of structure to physiological activity. **Contributions from Boyce Thompson Institute**, v. 12, p. 321-44, 1942.